

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

**Stjepan Peretin**

Zagreb, 2012.

SVEU ILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

Mentor:

Doc. dr. sc. Dragutin Lisjak

Student:

Stjepan Peretin

Zagreb, 2012.

*Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koriste i ste ena znanja tijekom studija i rada, te uz navedenu literaturu.*

*Zahvaljujem se voditelju rada Doc. dr. sc. Dragutinu Lisjak, na stru nim savjetima i pomo i tijekom izrade ovog rada.*

*Posebno bih se želio zahvaliti svojoj obitelji - roditeljima Branku i Ljubici te bratu Branimiru na razumijevanju i strpljenju kako tijekom izrade ovog rada, tako i tijekom cijelog studija.*

*Tako er se zahvaljujem svojim kolegama i prijateljima na potpori i pomo i tijekom svih ovih godina studiranja kao i suradnicima na poslu u firmi Biotron d.o.o. – pogon Ozalj.*

*Autor*



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
Povjerenstvo za diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:  
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo  
materijala i mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

## DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **STJEPAN PERETIN**

Mat. br.: 1191006637

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **ODRŽAVANJE OPREME U EKSPLOZIVNIM PROSTORIMA**

Naslov rada na engleskom jeziku: **MAINTENANCE OF EQUIPMENT IN EXPLOSIVE SPACES**

Opis zadatka:


Tehnološkim napretkom i razvojem, mnoga moderna postrojenja rade u uvjetima gdje se mogu pojaviti zapaljive tvari u obliku plina, pare ili prašine. Kako bi zadovoljili uvjete rada u takvim uvjetima, potrebno je ugraditi odgovarajuću protueksplozivnu opremu. Zbog potencijalno velikih materijalnih i ljudskih šteta u slučaju nezgode na ovakvim postrojenjima (eksplozija i požar), potrebno je poduzeti odgovarajuće radnje i mjere kako bi se spriječila moguća šteta. U skladu s time u radu je potrebno:

1. Uvodno opisati problematiku održavanja opreme u Ex prostorima,
2. Dati pregled i opis pojmovlja i definicija vezanim za prostore ugrožene eksplozivnim atmosferama,
3. Dati sažeti prikaz normi HRN EN 60079-17 i HR EN 60079-10-2,
4. Za konkretni primjer poduzeća iz prakse potrebno je:
  - 4.1. Detaljno opisati neelektričnu opremu koja je smještena unutar Ex prostora,
  - 4.2. Procijeniti i opisati uzročnike paljenja,
  - 4.3. Opisati metode detekcije potencijalnih uzročnika paljenja,
  - 4.4. Definirati interna pravila i operativne postupke održavanje opreme u Ex prostoru,
  - 4.5. Predložiti plan pregleda opreme izvedene u vrsti zaštite Oklapanje "d"
  - 4.6. Definirati interne obrasce za izvještaj o provedenom pregledu opreme.
5. Zaključak.

Zadatak zadan:

26. travnja 2012.

Zadatak zadao:

  
Doc.dr.sc. Dragutin Lisjak

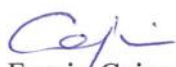
Rok predaje rada:

28. lipnja 2012.

Predviđeni datum obrane:

4., 5. i 6. srpnja 2012.

Predsjednik Povjerenstva:

  
Prof. dr. sc. Franjo Cajner



## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS SLIKA .....	III
POPIS TABLICA.....	IV
POPIS KRATICA .....	V
SAŽETAK.....	VI
ABSTRACT .....	VII
1. UVOD.....	1
1.1. Motivacija .....	1
1.2. Pojmovi i definicije .....	2
2. OP ENITO O ODRŽAVANJU .....	7
2.1. Pristup pra enja i održavanja .....	7
2.2. Vizualni pregled .....	8
2.3. Pra enje vibracija .....	9
2.4. IC termografija .....	12
2.5. Strategije održavanja.....	13
2.5.1. Korektivno održavanje .....	14
2.5.2. Preventivno održavanje .....	14
2.5.3. Logisti ki pristup .....	15
2.5.4. Terotehnološki pristup .....	15
2.5.5. TPM – Cjelovito produktivno održavanje .....	16
2.5.6. Održavanje po stanju.....	16
2.5.7. Plansko održavanje .....	17
2.5.8. Ekspertni sustav .....	17
2.5.9. Samoodržavanje .....	17
3. ODRŽAVANJE OPREME U EKSPLOZIJOM UGROŽENOM PROSTORU PREMA HRN EN 60079-10 I HRN EN 60079-17 .....	18
3.1. Osnove eksplozivnih smjesa .....	18
3.2. Prostor ugrožen eksplozivnom plinskom smjesom.....	19
3.3. Prostor ugrožen zapaljivom prašinom.....	21
3.4. Koncentracija kisika.....	23
3.5. Energija paljenja .....	23
3.6. Podjela plinova u skupine paljenja.....	24
3.7. Klasifikacija prostora ugroženog zapaljivom prašinom.....	25
3.8. Pristup pregledu i održavanju elektri ne opreme .....	29
4. UZRO NICI PALJENJA.....	33
4.1. Otvoreni plamen.....	33
4.2. Užarene tvari i vru i predmeti .....	34
4.3. Mehani ka iskra .....	35
4.4. Elektri ni ure aji i postrojenja .....	35

4.4.1.	Neprodorni oklop – Exd.....	36
4.4.2.	Povećana sigurnost – Exe .....	39
4.4.3.	Samosigurnost – Exi .....	40
4.4.4.	Punjenje krutim tvarima – Exm .....	41
4.4.5.	Uranjanje u tekućine – Exo.....	42
4.4.6.	Nadtlak – Exp .....	43
4.4.7.	Punjenje pijeskom – Exq .....	44
4.4.8.	Posebne vrste zaštite – Exn i Exs.....	44
4.5.	Kemijska reakcija.....	45
4.6.	Statistički električnost .....	45
4.6.1.	Statistički električnost u industriji.....	45
4.6.2.	Zaštita od statističkog električnog.....	47
5.	PREGLED OPREME POSTROJENJA BIOTRON d.o.o.....	48
5.1.	Opis postrojenja .....	48
5.1.1.	Smještaj.....	48
5.1.2.	Tehnološki proces .....	49
5.1.3.	Elektroenergetika, upravljanje i instalacije.....	50
5.1.4.	Instalacije za zaštitu od munje i uzemljenje.....	52
5.1.5.	Ventilacijski sustav .....	52
5.1.6.	Procjena uzroka paljenja neelektrične opreme.....	53
5.1.7.	Uzroci požara .....	54
5.2.	Popis neelektrične opreme instalirane u ugroženom prostoru .....	56
6.	PLAN PREGLEDA POSTROJENJA BIOTRON d.o.o. ....	62
6.1.	NETZCH crpka; M3 .....	63
6.2.	MPD crpka; M8 .....	65
6.3.	Reduktor; M23 .....	66
6.4.	Utvrđivanje periodike pregleda.....	67
6.5.	Promjena dinamike pregleda.....	70
6.6.	Uspostava sustava održavanja novog postrojenja.....	70
6.7.	Kartoteka uređaja .....	72
6.8.	Opis i zahtjevi za održavanje neelektrične opreme.....	74
7.	ZAKLJUČAK I KRITIČKI OSVRT .....	75
	LITERATURA.....	78
	PRILOZI.....	80

## POPIS SLIKA

Slika 2.1 <i>Dijagram kade</i> : tipi na krivulja u estalosti kvarova .....	8
Slika 2.2 Prikaz mjernih mjesta i veli ina koje se mogu mjeriti [7] .....	11
Slika 2.3 Prikaz vibracijske karakteristike nadzora rada ventilatora [7].....	11
Slika 2.4 Vremenski prikaz razvoja modela održavanja tehni kih sustava [4].....	14
Slika 3.1 Požarni trokut.....	20
Slika 3.2 Prikaz granica eksplozivnosti.....	21
Slika 3.3 Eksplozivni peterokut .....	22
Slika 3.4 Prikaz rasprostranjenosti zona kod pretovara zrnja [18].....	27
Slika 3.5 Prikaz nazivne plo ice protueksplozivnog ure aja .....	29
Slika 4.1 Prikaz labirintnog raspورا [17] .....	38
Slika 4.2 Prikaz karakteristike rada i isklju ivanja Exe ure aja [17].....	39
Slika 4.3 Prikaz izvedbe zaštite Exi ure aja dvjema Zener diodama [17] .....	40
Slika 4.4 Shematski prikaz <i>Exm</i> zaštite.....	41
Slika 4.5 Shematski prikaz <i>Exo</i> zaštite.....	42
Slika 4.6 Shematski prikaz <i>Exp</i> zaštite.....	43
Slika 4.7 Shematski prikaz <i>Exq</i> zaštite.....	44
Slika 5.1 Dijagram štete [22].....	55
Slika 5.2 Tlocrt postrojenja, smještaj i raspored neelektri nih ure aja .....	60
Slika 6.1 Prikaz osnovnih dijelova NEMO BY pumpe [23] .....	64
Slika 6.2 Nazivna plo ica pumpe M3 .....	65
Slika 6.3 Nazivna plo ica pumpe M8 .....	66
Slika 6.4 Dijagram toka odre ivanja periodike pregleda .....	69

## POPIS TABLICA

Tablica 2.1 Prikaz termografskih slika elektroure aja u radu [9] .....	13
Tablica 3.1 Granice eksplozivnosti plinova pri promjeni udjela kisika [17] .....	23
Tablica 3.2 Prikaz temperaturnih razreda zapaljivih plinova i para [17] .....	23
Tablica 3.3 Skupine plinova i temperaturni razred zna ajnijih plinova i para [17] .....	25
Tablica 3.4 Opis stupnjeva IP zaštite [19].....	28
Tablica 4.1 Temperature plamena [17] .....	34
Tablica 4.2 Odnos boje i temperature užarene tvari [17] .....	34
Tablica 4.3 Kategorizacija plinova i para kod primjene zaštite neprodornog oklopa [17] .....	37
Tablica 4.4 Prikaz odre ivanja dužine raspora kod Exd zaštite [17] .....	37
Tablica 4.5 Prikaz grani nih temperatura i nadtemperatura [17] .....	39
Tablica 4.6 Prikaz veli ine napona nastao elektrostati kim nabijanjem [17] .....	46
Tablica 5.1 Prikaz postrojenja Biotron d.o.o.....	48
Tablica 5.2 To ke paljenja za pojedine medije .....	50
Tablica 5.3 Prikaz neelektri ne opreme smještene u prostoru ugroženom eksplozivnom atmosferom .....	56
Tablica 6.1 Prikaz smještaja pumpe M3 u pogonu .....	63
Tablica 6.2 Prikaz smještaja pumpe M8 u pogonu .....	65
Tablica 6.3 Prikaz smještaja reduktora M23 u pogonu .....	67
Tablica 6.4 Primjer periodike pregleda .....	68
Tablica 6.5 Primjer kartona ure aja .....	73

## POPIS KRATICA

ATEX	–	uobičajeni naziv za naziv za 94/9/EC direktivu ( <i>fr. Appareils destinés à être utilisés en <b>AT</b>mosphères <b>EX</b>plosives</i> )
HRN	–	hrvatske norme
DGE	–	donja granica eksplozivnosti
GGE	–	gornja granica eksplozivnosti
SS	–	stehiometrijska smjesa
Ex	–	oznaka protueksplozijski zaštićene opreme
PEX	–	protueksplozivni uređaji, stara oznaka: <b>S</b>
TPM	–	cjelovito produktivno održavanje ( <i>engl. <b>Total Productive Maintenance</b></i> )
FAME	–	estri masnih kiselina – biodizel ( <i>engl. <b>Fatty Acid Methyl Ester</b></i> )
TN	–	tehnički nadzor
KL	–	klasifikacija prostora
URE	–	elektroenergetski uređaji
URI	–	elektroinstrumentacijski uređaji
EIE	–	električne instalacije energetike
EII	–	električne instalacije instrumentacije
NEU	–	neelektrični uređaji i instalacije
OD	–	održavanost postrojenja
IP zaštita	–	stupanj zaštite uređaja od ulaska krutih i tekućih elemenata ( <i>engl. <b>Ingress Protection Rating</b> i <b>International Protection Rating</b></i> )

## SAŽETAK

Ovim radom prikazana je problematika rada održavanja opreme u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom, na primjeru opreme firme Biotron d.o.o. – pogon Ozalj. Tehnološkim napretkom i razvojem, mnoga postrojenja rade u uvjetima gdje se mogu pojaviti zapaljive tvari u obliku plina, pare ili prašine, zbog čega je potrebno ugraditi odgovaraju u protueksplozijsku opremu. U radu je zbog boljeg razumijevanja također objašnjena terminologija područja protueksplozivne zaštite te dan sažet uvid u problematiku ovog područja.

Klasifikacija prostora ugroženog eksplozivnom atmosferom obrađena je normom HRN EN 60079-10 (1 – za eksplozivne plinove i pare, 2 – za eksplozivnu prašinu) a opisan je pregled osnovnih imbenika požara i eksplozije. Pošto se najčešće može utjecati samo na pojavu uzroka paljenja u ugroženom prostoru, kreirano je više vrsta i načina zaštite od pojave eksplozije ili požara. Tako je električna oprema primjer područja gdje postoji najviše raznovrsnih oblika protueksplozivne zaštite.

Najčešćim metodama pregleda opreme, dan je informativni prikaz načina i mogućnosti praćenja rada pojedinih elemenata pogona i opreme ali i cjelokupnog postrojenja. Pregledom opreme pogona Biotron d.o.o. izabrani su specifični uređaji za koje je dan plan pregleda opreme, te je sukladno tome odabran primjeren način održavanja.

U prilogu je dana tehnička dokumentacija prethodno odabranih uređaja pogona Biotron d.o.o. uz obrasce za plan pregleda opreme, kao i obrasci za izvještaj o provedenom pregledu. Iako svaki uređaj ima svoje posebnosti, prilikom vizualnog i kontrolnog pregleda pokušava se utvrditi opće stanje uređaja za što se često koriste unificirani obrasci.

## **ABSTRACT**

This work deals with equipment maintenance in explosion hazardous atmosphere, based on the equipment of the company Biotron d.o.o. – a factory placed in Ozalj. With technological advancement and breakthrough, many factories work in an environment that has possible presence of explosive materials in the form of gas, vapor or dust, which is why there is a need to install adequate explosion-proof equipment. For better understanding the terminology of the explosion-proof field is explained and given a short overview of this area.

Classification of explosion hazardous areas is given in HRN EN 60079-10 (1 – for explosive gas and vapor, 2 – for explosive dust) and contains an overview of basic factors which cause fire and explosion. Since, one can only affect the ignition source in hazardous areas, several methods of protection against explosion or fire were developed. Electrical equipment is a fine example where the most explosion-proof methods have already been developed.

Diverse methods and principles of inspection are given with most common methods of equipment inspection, whether it's dealing with a single piece of equipment or an entire factory. Few specific devices are chosen from the equipment review list of Biotron d.o.o. factory, where there has been given an appropriate method of maintenance for each element.

Technical documentation of previously selected equipment from Biotron d.o.o. factory can be seen in the attachment, as well as inspection report forms. Although, each device has its own characteristics, visual and control inspection determine the general condition of each equipment, for which unified forms are being used.

## 1. UVOD

Tehnološkim napretkom i razvojem, mnoga moderna postrojenja rade u uvjetima gdje se mogu pojaviti zapaljive tvari u obliku plina, pare ili prašine. Kako bi zadovoljili uvjete rada u takvim uvjetima, potrebno je ugraditi odgovarajuću protueksplozivnu opremu. Zbog potencijalno velikih materijalnih i ljudskih šteta u slučaju nezgode na ovakvim postrojenjima (eksplozija i požar) potrebno je poduzeti odgovarajuće radnje i mjere kako bi se spriječila šteta.

### 1.1. Motivacija

Donošenjem Pravilnika o najmanjim zahtjevima sigurnosti i zaštite zdravlja radnika te tehnički nadgledanju postrojenja, opreme, instalacija i uređaja u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom [1] 2006. godine, među ostalim elementima, definira se neelektrična oprema kao moguća uzročnik paljenja (uzevši u obzir: vrhove površine, plamen i vrhove plinove, mehanički generirane iskre, adijabatsku kompresiju i udarne valove). Do tada je vrijedio Pravilnik o tehnički nadzoru električnih postrojenja, instalacija i uređaja namijenjenih za rad u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom koji je imao naglasak na električnim dijelovima postrojenja kao moguća uzročnik paljenja. U skladu s ATEX<sup>1</sup> direktivom prihvaćeno je više vrsta (načina) zaštite električnih uređaja.

Kako je neelektrična oprema u prostoru ugroženim eksplozivnom atmosferom još uvijek nova i nedovoljno obrađeno područje, želio sam prikazati najčešće elemente neelektrične opreme u industriji, vrste i načine zaštite uređaja te smjernice održavanja opreme u takvom prostoru.

Cilj ovog rada je analizirati postrojenje Biotron d.o.o. – pogon Ozalj i dati predložak kartoteke i dokumentacije za praćenje elemenata postrojenja instaliranih u eksplozijom ugroženom prostoru. Osnovna podloga za rad je pozitivni tehnički nalaz Ex – Agencije, kao i uvjeti koji proizlaze iz dobivenog nalaza te radna dokumentacija i poduzete mjere kako bi se osiguralo dobivanje pozitivnog nalaza.

---

<sup>1</sup> Smjernice i normativi u Europi kojima se uređaji podliježu protueksplozijske zaštite. U području zaštite električnih uređaja najznačajnije su ATEX 137 i ATEX 95.



## 1.2. Pojmovi i definicije [1], [2], [3], [4]

Radi bolje razumljivosti daljnjeg sadržaja dani su osnovni pojmovi i definicije prema Pravilniku o najmanjim zahtjevima sigurnosti i zaštite zdravlja radnika te tehni kom nadgledanju postrojenja, opreme, instalacija i ure aja u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom [1], Zakonu o zaštiti od požara [2] te struč ne literature [3], [4]:

**Eksplozivna atmosfera** je smjesa zraka sa zapaljivim plinom, parom, maglicom i prašinom pod atmosferskim uvjetima, u kojoj se nakon početnog paljenja, proces gorenja prenosi na cijelu nezapaljenu smjesu.

**Posebna oprema** podrazumijeva sustave, opremu, ure aje, sastavnice i instalacije, za stacionarnu i prijenosnu uporabu, koji se upotrebljavaju za upravljanje, proizvodnju, prijenos, skladištenje, mjerenje, regulaciju, pretvorbu, potrošnju ili preradbu gradiva, odnosno energije, a koji se postavljaju u prostoru ugroženom eksplozivnom atmosferom, te mogu biti uzroci paljenja ili koji imaju utjecaj na instalacije u prostoru ugroženom eksplozivnom atmosferom.

**Postrojenje** je skup opreme, ure aja i sredstava koji su povezani instalacijama u jedan ili više sustava te zajedno čine tehnološku cjelinu.

**Dokument o protueksplozijskoj zaštiti** obuhvaća projekte, studije, stručna mišljenja i ostalu dokumentaciju koja se odnosi na ugroženi prostor kao i tehničke nalaze (u daljnjem tekstu Ex-Dokument) o stanju protueksplozijske zaštite postrojenja koje izrađuje ovlašteno tijelo.

**Ex Priručnik** je dokument čiju izradu osigurava poslodavac a sadrži dokumentaciju potrebnu za provođenje aktivnosti za protueksplozijsku zaštitu.

**Ovlašteno tijelo (Ex-agencija)** je pravna osoba ovlaštena od nadležnog ministra za obavljanje poslova za prostore ugrožene eksplozivnom atmosferom.

**Prostor ugrožen eksplozivnom atmosferom** definiran je hrvatskim normama HRN EN 60079-10 i HRN EN 61241-10.

**Ugroženi prostor** je prostor u kojem postoji eksplozivna plinska atmosfera ili se njezina prisutnost može očekivati u količini koja iziskuje posebne mjere glede konstrukcije, ugradbe i uporabe ure aja radi predostrožnosti za zaštitu zdravlja i sigurnosti radnika.

**Neugroženi prostor** je prostor u kojem se eksplozivna atmosfera ne može pojaviti u količini da bi se zahtijevale posebne mjere predostrožnosti za zaštitu zdravlja i sigurnosti radnika.

**Izvor ispuštanja** je to ka ili mjesto iz kojeg može do i do ispuštanja zapaljivog plina, pare ili teku ine u okolni prostor, što može dovesti do stvaranja eksplozivne plinske atmosfere.

**Stupanj / izvor ispuštanja** može biti kategoriziran, redoslijedom snižavanja vjerojatnosti prisutnosti eksplozivne atmosfere:

- a) trajni izvor,
- b) primarni izvor,
- c) sekundarni izvor.

Izvor ispuštanja može dovesti do bilo kojeg od navedenih stupnjeva ispuštanja ili do njihove kombinacije.

**Normalnim uvjetima rada** smatra se stanje pri kojemu se postrojenje koristi unutar svojih projektiranih parametara.

**Zone opasnosti** su prostori ugroženi eksplozivnom atmosferom a razvrstavanje se provodi na temelju u estalosti pojave i trajanja eksplozivne plinske atmosfere kako slijedi:

- **zona „0“** -prostor, u kojem je eksplozivna atmosfera, kao mješavina gorive tvari u obliku plina, pare ili maglice sa zrakom, stalno ili duže vrijeme ili esto prisutna
- **zona „1“** – prostor, u kojem se povremeno za vrijeme normalnog rada može stvoriti eksplozivna atmosfera, kao mješavina gorive tvari, u obliku plina, pare ili maglice sa zrakom.
- **zona „2“** – prostor, u kojem se ne o ekuje, da e se eksplozivna atmosfera, kao mješavina gorive tvari u obliku plina, pare ili maglice sa zrakom, pojaviti, a ako se pojavi traje samo kratko
- **zona „20“** – prostor, u kojem se eksplozivna atmosfera u obliku oblaka gorive prašine ili vlakanaca u zraku pojavljuje stalno ili duže vrijeme ili je esto prisutna.
- **zona „21“** – prostor, u kojem se eksplozivna atmosfera u obliku oblaka gorive prašine ili vlakanaca u zraku može povremeno pojaviti u normalnim uvjetima rada.
- **zona „22“** – prostor, u kojem se eksplozivna atmosfera u obliku oblaka gorive prašine ili vlakanaca u zraku ne o ekuje u normalnim uvjetima rada, ali ako nastupi, tada samo kratkotrajno.

**Protueksplozijski zašti eni ure aji** (PEX-ure aji, S-ure aji) su ure aji koji su konstruirani tako da uz ispravnu montažu i održavanje te korištenje u granicama svojih nazivnih vrijednosti ne e izazvati paljenje eksplozivne atmosfere koja ga okružuje pod odre enim uvjetima.

### **Vrste zaštite**

**Oklapanje "d"** je vrsta zaštite u kojoj su dijelovi koji mogu zapaliti eksplozivnu atmosferu smješteni u ku ište koje može izdržati tlak nastao tijekom unutarnje eksplozije eksplozivne smjese i koje sprje ava prijenos eksplozije na eksplozivnu atmosferu oko ku išta.

**Pove ana sigurnost "e"** je vrsta zaštite za elektri ne ure aje u kojima se primjenjuju dodatne mjere da se postigne pove ana sigurnost protiv mogu nosti previsokih temperatura i pojave luka i iskri u normalnom pogonu ili pod specificiranim nenormalnim uvjetima.

**Samosigurnost "i"** je vrsta zaštite koja se temelji na ograni enju elektri ne energije u ure aju i spojnomoži enju izloženom eksplozivnoj atmosferi na razinu nižu od one koja može uzrokovati paljenje bilo iskrenjem ili zagrijavanjem.

**Održavanje** je kombinacija svih postupaka koji se obavljaju da se ure aj, instalacija ili njihov dio zadrži u stanju ili vrati u stanje u kojem može zadovoljiti zahtjeve odgovaraju e norme ili specifikacije i izvršavati tražene funkcije.

**Pregled** je postupak koji obuhva a pomno pregledavanje ure aja, instalacije ili njihovog dijela, bez rastavljanja ili uz djelomi no rastavljanje prema potrebi, dopunjeno postupcima kao što su mjerenja, u cilju stvaranja pouzdanog zaključka o stanju protueksplozijske zaštite.

**Vizualni pregled** je pregled kojim se identificiraju, bez upotrebe opreme ili alata, oni kvarovi, npr. nedostaju i vijci, koji su vidljivi okom.

**Kontrolni pregled<sup>2</sup>** je pregled koji obuhva a postupke sadržane u vizualnom pregledu, i dodatno, identificira one kvarove, npr. labave priklju ke, koji se mogu otkriti samo upotrebom pristupne opreme, npr. stepenica i (po potrebi) alata.

---

<sup>2</sup> Za kontrolne preglede normalno nije potrebno otvarati ku ište ili isklju iti napon na ure aju.

**Detaljni pregled** je pregled koji obuhvaća postupke sadržane u kontrolnom pregledu, i uz to identificira one kvarove, npr. labave priključke, koji se mogu otkriti samo otvaranjem kućnih uređaja i provjerom komponenti (po potrebi) uz uporabu alata i ispitne opreme.

**Prvi pregled** je pregled električnih uređaja, sustava i instalacija prije stavljanja u pogon.

**Periodi ki pregled** je pregled električnih uređaja, sustava i instalacija koji se obavlja rutinski u određenom vremenskom periodu.

**Pregled uzoraka** je pregled razmjernog dijela električnog postrojenja / sustava, uređaja i instalacija.

**Trajno nadgledanje** je uсталa praćenje (stalno), pregled, servisiranje, nadziranje i održavanje električnog postrojenja / sustava, uređaja i instalacije od strane iskusnog kvalificiranog osoblja kako bi se osobine protueksplozijske zaštite opreme držale u zadovoljavajućem stanju.

**Kvalificirano (kompetentno osoblje)** su osobe koje obrazovanje obuhvaća poznavanje raznih vrsta zaštite i montažne prakse, odgovarajućih pravila i propisa te općih principa klasifikacije prostora. Redovito se mora obavljati odgovarajuće trajno obrazovanje ili doškolovanje. Za tvrdnje o odgovarajućem iskustvu i provedenom obrazovanju moraju se predložiti dokazi.

**Stručna osoba s rukovodnom funkcijom** je osoba koja stručno rukovodi kvalificiranim osobljem, koja ima odgovarajuće znanje u području protueksplozijske zaštite, koja poznaje lokalne uvjete, tehnologiju rada, električnog postrojenja / sustav, uređaje i instalaciju i koja ima ovlasti, odgovornost i mogućnost kontrole sustava održavanja opreme u ugroženom prostoru.

**Ovlašteni vanjskih izvora** je vanjski instalater, održavatelj ili popravljivač ovlašten od "Ex"-agencije i pod njezinim nadzorom koji radove / aktivnosti provodi prema vlastitom odobrenom Ex-priručniku, koordinirano s postupnicima iz Ex-priručnika korisnika Ex-opreme i instalacije.

**Požar** je samopodržavajući proces gorenja koji se nekontrolirano širi u prostoru.

**Gorenje** je brza kemijska reakcija neke tvari s oksidansom, najčešće s kisikom iz zraka u kojoj nastaju produkti gorenja te se oslobađa toplina, plamen i svjetlost.

**Tehnološka eksplozija** je naglo širenje plinova uslijed gorenja ili druge kemijske reakcije.

**Požarni rizik** je vjerojatnost nastanka požara u danim procesima ili stanjima.

**Ugroženost od požara** je potencijalna opasnost od požara za zdravlje ili život ljudi i materijalnih dobara.

**Otpornost na požar** je sposobnost dijela građevine da kroz određeno vrijeme ispunjava zahtijevanu nosivost (R) i/ili cjelovitost (E) i/ili toplinsku izolaciju (I) i/ili drugo odredeno svojstvo, kako je propisano normom o ispitivanju otpornosti na požar.

**Reakcija na požar** je doprinos materijala razvoju požara uslijed vlastite razgradnje do koje dolazi izlaganjem tog materijala određenim ispitnim uvjetima.

**Neposredna opasnost** je stanje visokog požarnog rizika, koje može u bliskoj budućnosti dovesti do požara.

**Evakuacijski put iz građevine** je posebno projektiran i izveden put koji vodi od bilo koje točke u građevini do vanjskog prostora ili sigurnog prostora u građevini, čije značajke (otpornost i reakcija na požar, širina, visina, označavanje, protupani na rasvjetu i dr.) omogućuju da osobe zatečene u požaru mogu sigurno (samostalno ili uz pomoć spasitelja) napustiti građevinu.

**Oprema** je sažet naziv za svaki uređaj, stroj, agregat, tehnički sustav ili sredstvo rada.

**Kvar** (ili otkaz) predstavlja prestanak sposobnosti opreme da izvršava projektirane aktivnosti, što se može dogoditi trenutno ili postupno. Najčešći uzroci kvara su lom, deformacija, trošenje ili degradacija opreme.

**Zastoj** je stanje sustava u kojem ono ne može izvršavati projektiranu i odredenu funkciju. Razlikuje se planirani zastoj u kojem sustav ne radi zbog pregleda i iznenadni koji je nastao zbog kvara.

**Eksploatacija** predstavlja vremenski interval rada opreme.

**Pouzdanost** predstavlja vjerojatnost da će neki tehnički sustav obaviti planirani zadatak u određenim uvjetima i propisanom vremenu.

**Kritična mjesta** su pozicije ili sklopovi na kojima je učestalost pojave kvara veća od uobičajene.

## 2. OPREMNOST O ODRŽAVANJU

Tijekom životnog vijeka ureaja vrlo je izgledna pojava kvara. Cilj ove cjeline je prikazati najčešće korištene metode praćenja i održavanja da bi se mogao odrediti optimalan način pravovremenog otkrivanja problema u realnom okruženju radi sprežavanja pojave kvara. Svrha održavanja nije samo otklanjanje kvara, zamjena i popravak dijelova sustava nego sprežavanje nastanka kvara. Prema obradnim načinima detekcije potencijalnog kvara, metodama otklanjanja i sprežavanja istih, predstavljen je optimalan način praćenja i održavanja za postrojenje Biotron d.o.o. prema trenutnim mogućnostima.

### 2.1. Pristup praćenja i održavanja

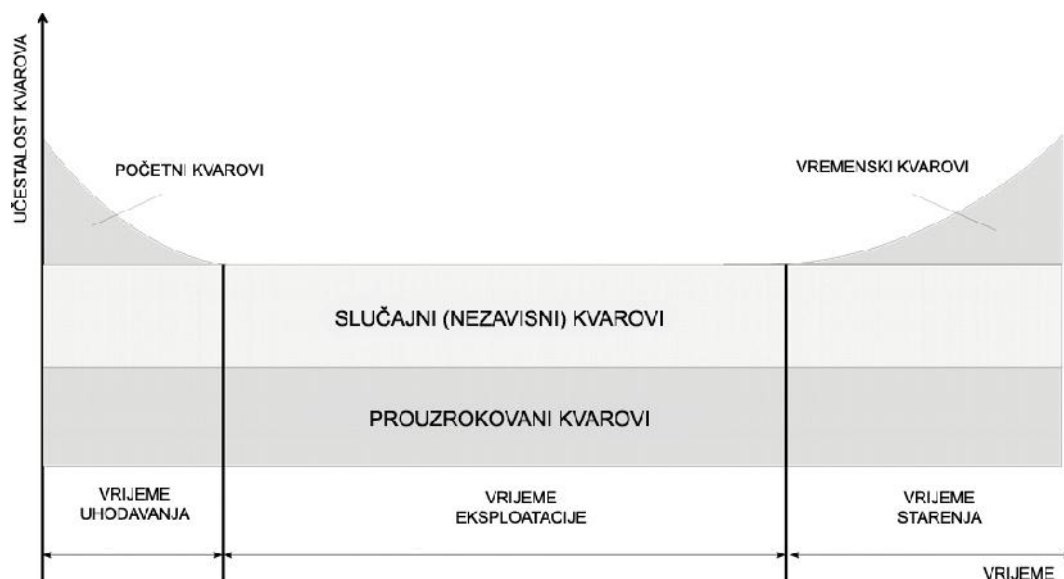
Postoje različiti pristupi praćenja pojave problema tijekom rada postrojenja, kako bi se na vrijeme otkrili i uklonili uz minimalne troškove zastoja. Mnogi su tehnološki sustavi postavljeni sa dvostrukim ureajima<sup>3</sup> na određenim pozicijama radi mogućnosti nesmetanog rada. Iako su takvi sustavi zahvalni za praćenje, sa stajališta vešizgrađene nove vrste postrojenja i otkrivanja kritičnih dijelova, oni nisu zanimljivi i kao takvi nisu predmet razmatranja ovog rada.

Prema HRN EN 13306, održavanje je: „Kombinacija svih tehničkih, administrativnih i menadžerskih postupaka tijekom vijeka trajanja nekog elementa s ciljem zadržavanja ili vraćanja elementa u stanje u kojem može izvoditi zahtijevanu funkciju“. Cilj održavanja je osiguravanje optimalnog stanja tehničkog sustava uz razumno minimalne investicije.

Slika 2.1 prikazuje krivulju intenziteta pojave kvara tijekom radnog vijeka poznata pod nazivom „Dijagram kade“. Vidljiva su tri razdoblja pojave kvara: vrijeme uhođavanja, vrijeme eksploatacije i vrijeme starenja. Tijekom perioda uhođavanja uoćavaju se i eliminiraju *početni kvarovi* sustava koji su najčešće nastali uslijed greški u konstrukciji, montaži, proizvodnji i materijalu. Svi kvarovi koji su nastali nepravilnim rukovanjem sustava ili pogreškama u održavanju, kategorizirani su kao *prouzrokovani kvarovi*. *Slučajni kvarovi* se javljaju od samog početka rada i teško ih je razlikovati od početnih kvarova. Kao uzrok navode se skrivene mane komponenti koje je nemoguće uočiti i stoga je jedan od najvažnijih

<sup>3</sup> Ugrađuju se dva istovrsna elementa, pri čemu je jedan rezervni i služi kao rezerva. U slučaju kvara sustav se preusmjerava na rezervni dok se otklanja kvar na do tada primarnom ureaju. Takav pristup je rezultat iskustva rada i praćenja postrojenja, kojeg vrši tvrtka isporučitelj postrojenja.

zadataka održavanja ispravna procjena pojave ove vrste kvara. Zbog korozije, istrošenosti i starenja materijala javljaju se *vremenski kvarovi*, koji se umanjuju održavanjem.



**Slika 2.1** Dijagram kade: tipovi na krivulja učestalosti kvarova

Najčešće pogreške projektiranja vide se na mjestima gdje se pojedini uređaji najviše troše. Poražavajućem učestalosti kvarova na pojedinim mjestima upućava se neadekvatna oprema koja ne zadovoljava postavljene uvjete rada. Tijekom rada vrlo često su moguće pojave vibracija. Tom pojavom se relativno lako može detektirati poremećaj u radu te spriječiti daljnji kvar. Kao posljedica vibracija javlja se porast temperature, što se može otkriti mjerenjem intenziteta infracrvenog zračenja promatranog tijela.

Sprečavanje zastoja moguće je pravovremenom otkrivanjem potencijalnog kvara i stoga postoje nekoliko različitih dijagnostičkih metoda<sup>4</sup>: vizualni pregled, termografija, magnetske i ultrazvučne metode, metoda udarnih impulsa, penetrirajuće metode i sl. [5] Navedeni pristupi predstavljaju osnovu praćenja promjena u sustavu i kao takvi se najčešće koriste. U nastavku su objašnjene osnovne pretpostavke i metode odabranih pristupa.

## 2.2. Vizualni pregled

Popravlkom istrošenih dijelova i komponenti moguće je uvidjeti slabosti i mane sustava. Takvim se načinom dobiva uvid o kritičnim mjestima postrojenja koja postaju „usko grlo“ proizvodnje.

<sup>4</sup> U osnovi razlikuju se subjektivne i objektivne, direktne i indirektne, razorne i nerazorne metode.

Premda je ovo najpouzdaniji način otkrivanja problema u radu, nije preporučljivo čekati pojavu kvara kako bi se reagiralo i započeo popravak. Zbog visokih troškova skladištenja opreme, uvijek postoji mogućnost da u slučaju kvara neće biti traženih dijelova na raspolaganju, time nastaju dvostruki gubici u vidu prestanka rada pogona i čekanja traženog materijala.

Prihvatljiviji način je praćenje napredaka rada uređaja. Polazeći od pretpostavke da svako radno mjesto treba biti uredno i isto, iako je uoči promjene poput propuštanja brtvila ili nakupljanja prašine i ne isto. Ovakav pristup je poznat kao **vizualni pregled** i kao takav je najekonomičniji njihovim nerazornim metodama ispitivanja i pregleda opreme. Osnova ove metode je propisana procedura koja usmjerava ispitivača da obrati pažnju na posebne dijelove elemenata sustava i evidentira svoja zapažanja. Uz dobar vid potreban je i dobar sluh, a često se koriste i ostala osjetila poput dodira ili njuha.

*Direktni vizualni pregled* je okarakteriziran kao pregled kod kojeg ima dovoljno prostora da se oko približi na 60 cm od površine koja se pregledava i pod kutom ne manjim od 30° u odnosu na površinu. Ukoliko se navedeni uvjeti ne mogu zadovoljiti upotrebljava se metoda *indirektnog vizualnog pregleda* koji se provodi korištenjem optičkih pomagala. Krajnji rezultat pregleda ovisi o kvaliteti detektora (okula ili kamere), uvjetima osvjetljenja, sposobnosti obrade dobivenih podataka i stupnju izobrazbe i pozornosti detaljima ispitivača.

Zbog mogućih nehotičnih propusta i subjektivnosti ispitivača ova metoda se najčešće koristi kao dodatak u pregledu ili kao osnova za detaljniji pregled. Kao samostalni pristup vrlo je korisna kao svakodnevna metoda pregleda postrojenja koja zahtjeva minimalno ulaganje u osoblje i opremu. Velika prednost je što se relativno brzo mogu dobiti rezultati koji se mogu trajno zabilježiti, niska cijena postupka omogućava automatizaciju i naviku pregleda. Zamjerke ovoj metodi je limitiranost na površinu pa unutarnji defekti prolaze neprimijećeni. Također uvelike ovisi o osobi – ispitivaču koji obavlja pregled, njegovoj osposobljenosti, znanju i psihofizičkim osobinama.

### 2.3. Praćenje vibracija

Vibracije su periodično titranje tijela koje nastaje i širi se krutim tijelima. U industriji predstavljaju veliku opasnost jer mogu dovesti do zamora materijala, pucanja i loma. [6] Često je vibracija nepoželjna, troši energiju i stvara neželjeni zvuk – šum. Vibracijska gibanja motora ili bilo kojeg mehaničkog uređaja u pogonu su obično neželjeni. Takve



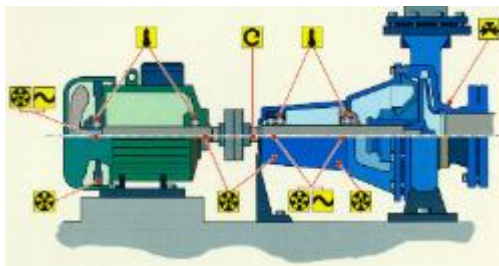
vibracije mogu biti uzrokovane neravnotežom rotiraju ih dijelova, neujedna enog trenja, uklještenja prijenosnih zubaca, itd.

Više imbenika može utjecati na pojavu vibracija. esta je pojava isporuke ure aja (pumpe) montirane na podlogu zajedno s elektromotorom, reduktorom ili spojkom. Prilikom montiranja ure aja, proizvo a postavlja i centrira navedene ure aje u aksijalnoj ravnini otklanjaju i mogu nost nastanka vibracija. Rastavljanjem takvog sklopa ure aja i ponovnim slaganjem mogu e je pogrešno namještanje ure aja ime nastaje vibracije. Vrlo esta pojava je ulazak stranog tijela u rotor pumpe, posebno ako nema filtera na usisnoj strani, koji mogu uzrokovati vibracije. Ukoliko se desi da kruta estica zaglavi u pumpi, mogu je lom rotora što dodatno uzrokuje zagrijavanje rotora i statora te kona no savijanja osovine a ponekad i ku išta. Osim što u ovakvim slu ajevima dolazi do kvara na ure aju, esto nastaje takva šteta na ure aju da je potrebna opsežna reparatura a ponekad i zamjena itavog ure aja. Pojave kavitacije, trošenja ležaja ili prijenos vibracija sa okolnih ure aja (strojeva ili cjevovoda) rezultiraju porastom vibracija ure aja.

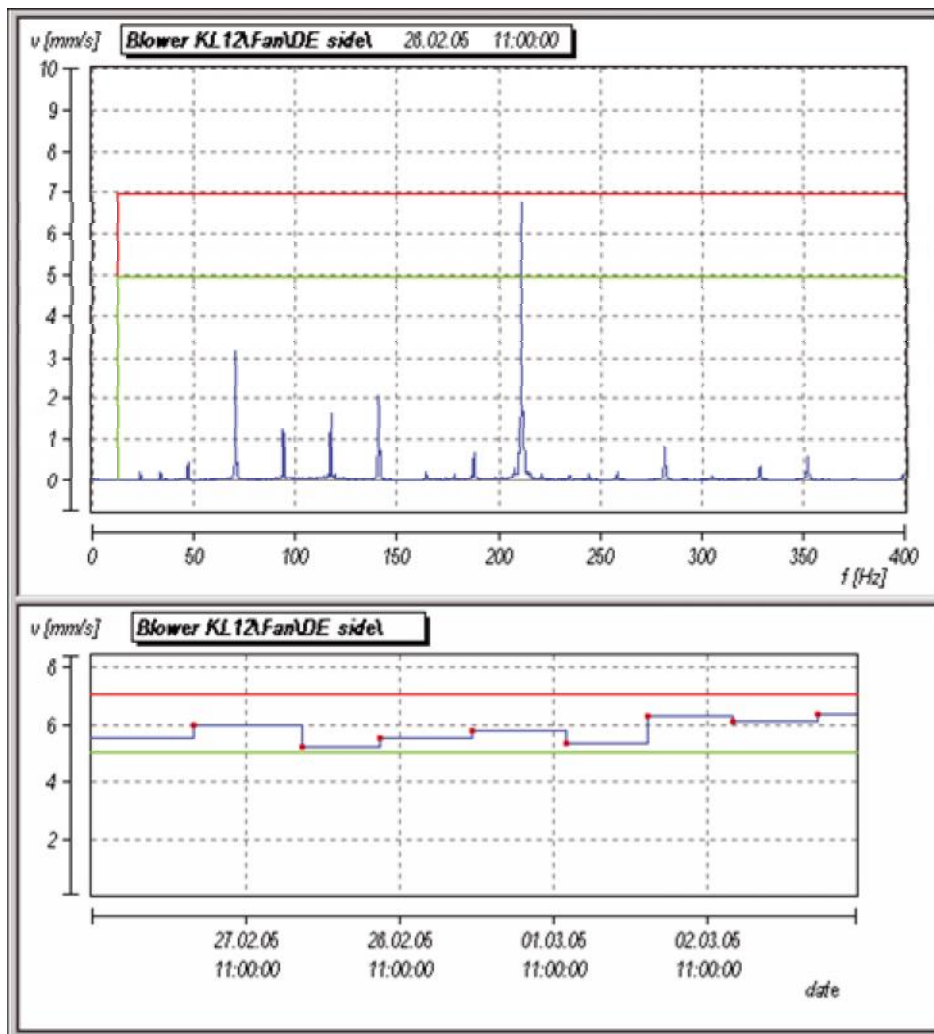
Nastanak i razvoj vibracija mogu e je prepoznati pove anjem razine buke u pogonu. Obi no ih odlikuje iritiraju i zvuk, a uvriježeno je mišljenje da je porast temperature posljedica nastanka vibracija. Tako se može odrediti mjesto kvara prije nastanka tople površine – mogu eg uzro nika paljenja.

Naj eš i na in o itanja vibracija bazira se na mjerenju pomaka i prema tome razlikujemo kontaktne i beskontaktne metode. Kontaktne metode se zasnivaju na dodiru dva tijela i mjerenju relativnog gibanja ili udaljenosti me u njima. Ovi ure aji ovise o mehani kim spojevima i elektromehani kim pretvara ima.

Slikama 2.2 i 2.3 prikazan je dio mogu nosti pra enja rada opreme mjerenjem vibracija. Mogu nost pra enja pojedinog elementa (slika 2.2) daje širok spektar primjene uz minimalne smetnje za druge komponente ili rad opreme. Veli ine prikazan slikom 2.3 omogu uju osposobljenom radniku pravovremenu reakciju i spre avanje nastanka štete opreme.



Slika 2.2 Prikaz mjernih mjesta i veličina koje se mogu mjeriti [7]



Slika 2.3 Prikaz vibracijske karakteristike nadzora rada ventilatora [7]

Jedna od metoda beskontaktnog mjerenja je optička metoda. Ukoliko je dovoljno velik pomak, na nižim frekvencijama moguće je mjeriti odstupanje pomoću mjerne letvice, no na višim frekvencijama mjerenje pomaka zahtjeva naprednije optičke tehnike. U tu svrhu se koriste filmovi visoke brzine (*high speed video*) a posebno su korisni kod mjerenja složenih struktura i mehanizama, no najpreciznije i najtočnije optičko mjerenje udaljenosti je laserom. Druga vrsta beskontaktnih metoda baziraju se na mjerenju elektromagnetskog potencijala

sonde koja je ugrađena u uređaju kojem se mjeri gibanje i uređaja koji mjeri odstupanje. Da bi takvi uređaji mogli funkcionirati potreban je električki vodljiv materijal dok ostali uređaji sklopa trebaju biti otporni na elektromagnetske smetnje. [8]

Kao i svaka metoda i ova ima svoje nedostatke, prvenstveno u opremi i osposobljenosti rukovatelja uređajem. Ovakav način pregleda nije pogodan za svakodnevnu uporabu pa je preporučljivo koristiti kod detaljnih pregleda ili po potrebi kontrolnih, za utvrđivanje stanja opreme.

## 2.4. IC termografija

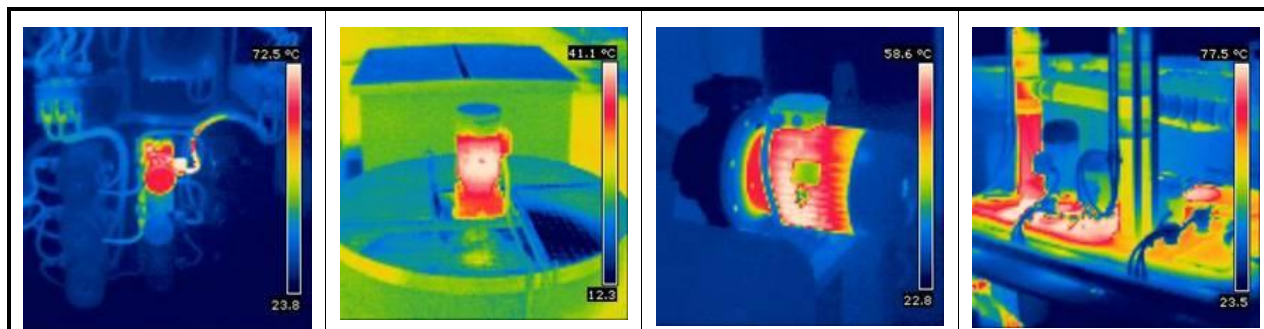
Sva tijela sa temperaturom većom od apsolutne nule (0 K) emitiraju toplinu koja se može vidjeti u infra crvenom svjetlu. Tu činjenicu je otkrio Sir William Herschel, 1800. godine mjerenjem temperature pojedinih boja u spektru vidljive svjetlosti koje je dobio razlaganjem pomoću optičke prizme. Zamijetio je da temperatura raste od ljubičaste prema crvenoj, ali i u području iza crvene boje u dijelu gdje nema vidljive svjetlosti, pa je prema tome zaključio je da zračenje postoji i izvan vidljivog dijela spektra. [9]

Infra crvena termografija je beskontaktna metoda mjerenja temperature površine, kao i raspodjelu iste. [10] Temelji se na mjerenju infra crvenog zračenja koje isijava promatrano tijelo, a rezultati se očitavaju termogramom koji sivim ili obojenim tonovima prikazuje raspodjelu doznane energije na promatranim površinama. Najčešća primjena ove metode je u otkrivanju mehaničkih oštećenja, grešaka na električnim vodovima, otkrivanju toplinskih gubitaka zgrada, otkrivanju mjesta kvara na toplovodima itd. u području strojarstva metoda infra crvene termografije je pogodna kod pregleda radnih strojeva i opreme poput: pregled stanja zupčanika, ležajeva, osovine i remenskog prijenosa, otkrivanje mjesta nedovoljnog podmazivanja, pregrijavanja i oštećenja. Također se koristi za praćenje industrijskih procesa, utvrđivanje nedostataka sustava grijanja, hlađenja i ventilacije. Primjenom u području održavanja smanjuje se vrijeme potrebno za otkrivanje i otkrivanje kvara pa se tako i smanjuje vrijeme za otklanjanje nastalog kvara, što se indirektno odražava na materijalne troškove održavanja.

Današnji uređaji dijele se u dvije grupe: radiometrija i termografija. Radiometrijom se očitava temperatura tijela, dok se termografijom dobiva dvodimenzionalna slika površinske rasprostranjenosti temperature (tablica 5.1). Prednosti ove metode su beskontaktnost, dobivanje dvodimenzionalne slike te brzina. Omogućavaju dobivanje informacije u pravom

trenutku predstavlja veliku prednost kod pra enja sustava. Na osnovi trenutnih vrijednosti mogu e je pravovremeno reagirati i smanjiti mogu u štetu. Ove prednosti se posebno isti u kod postrojenja koja rade neprekidno kroz godinu gdje je pregled dijelova i opreme mogu samo kod zaustavljanja procesa. Tako er postoji mnoštvo manjih mobilnih ure aja „termografske kamere“ koji su olakšavaju rukovanje a daju pouzdane rezultate.

**Tablica 2.1** Prikaz termografskih slika elektroure aja u radu [9]

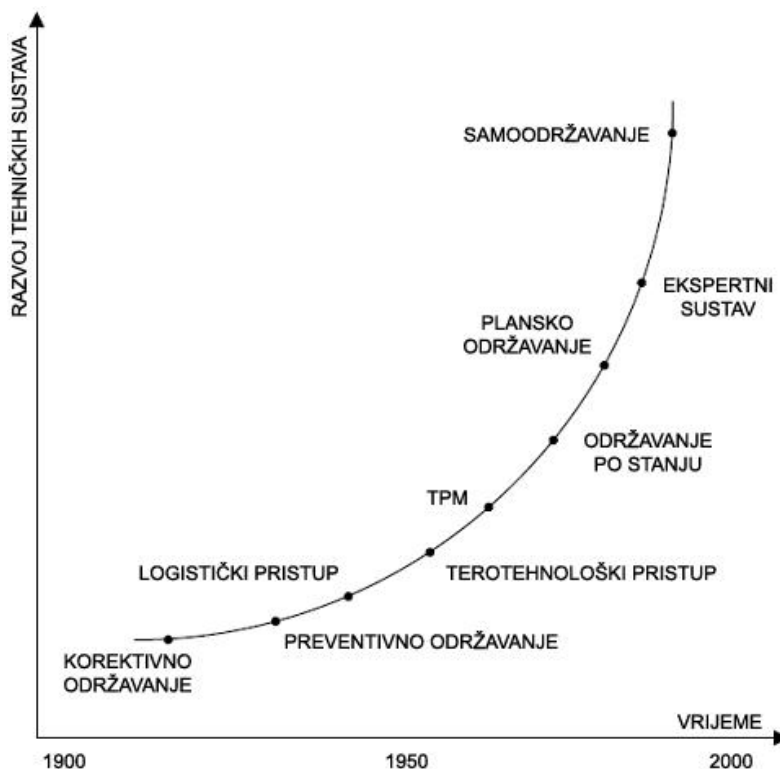


Premda se ini primjena ove metode relativno jednostavna ima svojih nedostataka, prvenstveno u cijeni. Zbog korištenja posebne opreme, kao i odgovaraju e izobrazbe rukovatelja ure ajem potrebne su pripreme i poduzimanje organizacijskih mjera kako bi se dobio relevantan rezultat. Obzirom da daljnje mjere proizlaze iz dobivenih rezultata, preporu ljivo je da se snimanje odvija kod punog optere enja pogona radi lakšeg uo avanja nepravilnosti i potencijalnih kvarova.

## 2.5. Strategije održavanja

Razvoj tehni kih sustava tijekom vremena, rezultiralo je potrebom za produljenjem životnog vijeka sustava uz ve u pouzdanost. Sa strane organizacijskog vodstva traži se optimum radne sposobnosti sustava uz minimalna ulaganja. Postoje e modele održavanja tehni kih sustava mogu e je vidjeti sa slike 2.4, a prema kronologiji nastanka, razlikujemo sljede e modele:

- korektivno održavanje,
- preventivno održavanje,
- logisti ki pristup,
- terotehnološki pristup,
- TPM,
- održavanje po stanju,
- plansko održavanje,
- ekspertni sustav,
- samoodržavanje.



Slika 2.4 Vremenski prikaz razvoja modela održavanja tehničkih sustava [4]

### 2.5.1. Korektivno održavanje

Ovaj pristup temelji se na principu otklanjanja kvarova i oštećenja nakon njihovog pojavljivanja. U današnje vrijeme koristi se za održavanje pomoćne opreme, a češće se za ovu metodu koristi izraz *popravak*.

Prema [HRN EN 13306] korektivno održavanje se provodi nakon uočiavanja kvara, s ciljem da se oštećena komponenta dovede u stanje u kojem može izvoditi određenu funkciju.

Prednosti ovakvog pristupa održavanja su u potpunom korištenju upotrebljivosti sustava, izravnim investicijama održavanja te nižem stupnju potrebnog obrazovanja osoblja. Kod ovakvog pristupa uvijek je moguć rizik pojave havarije i nekontroliranih ispada sustava što može uzrokovati dulji vremenski period popravka nastalih kvarova. [11]

### 2.5.2. Preventivno održavanje

Preventivno održavanje podrazumijeva niz unaprijed planiranih aktivnosti održavanja. Temelji se na poduzimanju planski unaprijed određenih aktivnosti s ciljem sprežavanja nastanka oštećenja ili kvara tehničkog sustava.

Preventivno održavanje se provodi prema unaprijed određenim intervalima, odnosno u skladu sa definiranim kriterijima i s ciljem smanjivanja vjerojatnosti kvara ili ograničenja funkcije elementa [HRN EN 13306].

Najveće prednosti ovakvog modela je povećani stupanj pouzdanosti i raspoloživosti sustava te omogućavanje planiranih radnji i mjera kao i sprečavanje mogućih ispada sustava. Glavni nedostatak je povećani troškovi zbog zamjene opreme koja je još mogla biti funkcionalna kao i nemogućnost predviđanja ispada sustava. [11] Ovakav pristup se pojavio u SAD-u, gdje se nakon II svjetskog rata, ubrzo se proširio po cijelom svijetu i postao podloga svim kasnijim modernim konceptima održavanja [12].

### **2.5.3. Logistički pristup**

Logistika predstavlja metodu i način za postizanje bržeg protoka dobara, niže prosječne zalihe, brži tok informacija i učinkovito gospodarenje zalihama. Vrlo je često definirana kao vještina i znanost upravljanja, inženjerstva i tehničkih aktivnosti vezanih na zahtjeve, projektiranja i osiguravanja resursa održavanja i opskrbe tehničkih sustava.

Glavno načelo ove metode je potreba za sustavom kojemu će biti potrebno minimalno ulaganje u održavanje, jer je inače mogućih nedostataka otklonjena tijekom projektiranja. Time se tijekom eksploatacije sustava dobivaju manji troškovi uz veću pouzdanost i ekonomičnost. Za ovakav pristup potrebno je dobro poznavati tehnologiju sustava a poželjno je posjedovati iskustvo rada sličnih sustava kako bi se moglo pravovremeno predvidjeti moguće pogreške.

### **2.5.4. Terotehnološki pristup**

Prema odboru za Terotehnologiju britanskog Ministarstva Industrije iz 1979. godine, terotehnologija predstavlja „multidisciplinarni pristup kojim se osiguravaju optimalni troškovi životnog ciklusa razvoja i upotrebe opreme i poslovnih sustava i obuhvaća upravljanje sustavom od njegovog stvaranja do zbrinjavanja ili preraspoređivanja“. [13] Terotehnologija (engl. Terotechnology), ima korijen u grčkoj riječi *teros* (uvati, brinuti) i predstavlja kombinaciju raznih djelatnosti (upravljanje nabave i ljudskih potencijala, projektiranje, vođenje financija itd.) primijenjenih na tehničke sustave sa ciljem optimiranja tehničkih i ekonomskih troškova tijekom čitavog životnog vijeka, od projektiranja i eksploatacije sustava pa sve do zbrinjavanja.

### **2.5.5. TPM – Cjelovito produktivno održavanje**

Potrebu za temeljitim i sveukupnim promjenama u pristupu održavanju pokrenuo je japanac Seiichi Nakajima svojim stavom da održavanje nije uzrok financijskog troška, već da stvara novu vrijednost [14].

Nakajima je 1970. godine prvi postavio i realizirao postavke TPM-a (engl. Total Productive Maintenance), vidljive u novim razmišljanjima iz domene održavanja proizvodne opreme. Prema [15], uspješnost procesa podrazumijeva prihvatanje i poštivanje pravila 5S (Seiko, Seiri, Seiton, Seiketsu i Shisuke) što u prijevodu znači da svi zaposlenici trebaju voditi računa o čistini, uređenju, redu, istosti i disciplini na svome radnom mjestu.

Glavna načela TPM-a obuhvaćaju: autonomnost u održavanju, veću efektivnost radnih sustava, kontrolu kvalitete i preventivan pristup u održavanju uz naglasak na stalno učenje i stručno usavršavanje.

### **2.5.6. Održavanje po stanju**

Ovim modelom održavanja omogućuje se dinamičnija određivanja ili čak i modificiranja vremenskih intervali preventivnog održavanja. Unutar dobro osmišljenog programa održavanja, podjednaki značaj imaju njegove proaktivne i reaktivne značajke.

Proaktivne karakteristike dolaze do izražaja kada se koriste standardni podaci o stanju tehničkog sustava – ovi podaci ukazuju da aktivnosti preventivnog održavanja u danom trenutku nije potrebno provoditi.

Reaktivne karakteristike su vidljive kada se, pomoću podataka o tehničkom stanju promatranog sustava, zaključuje o trenutnoj potrebi za preventivnim zahvatom održavanja.

Prema [HRN EN 13306], održavanje po stanju je preventivno održavanje koje se temelji na praćenju pojedinih parametara tijekom eksploatacije tehničkog sustava. Praćenje parametara može se planirati prema zahtjevu ili kontinuirano.

Iako zahtjeva visok stupanj znanja i obučenosti zaposlenika uz vrhunsku organizaciju i potrebnu mjernu opremu ostvaruju se znatne prednosti u vidu smanjenja troškova održavanja kao i povećanje pouzdanosti i raspoloživosti opreme sustava. [11]

### 2.5.7. Plansko održavanje

Plansko održavanje prema [16], predstavlja kombinaciju strategija izabranih za održavanje opreme uz planiranje i praćenje aktivnosti održavanja svake jedinice za održavanje.

Plansko je održavanje prema [HRN EN 13306], održavanje koje se provodi sukladno utvrđenom rasporedu ili utvrđenom broju elemenata upotrebe.

Strukturi za održavanje uz korektivno održavanje određuju nekoliko preventivnih modela (na primjer: planski popravci, preventivni pregledi, podmazivanje, traženje i otklanjanje slabih mjesta), ovisno o zahtjevima i značajkama održavanog tehničkog sustava.

### 2.5.8. Ekspertni sustav

Ekspertni sustavi održavanja pojavljuju se početkom osamdesetih godina prošlog stoljeća. Zahvaljujući razvoju i ekspanziji računalnog *softwarea* i *hardwarea* na procesnim je postrojenjima i tadašnjim obradnim centrima bilo moguće na temelju kreirane baze podataka (o mogućim kvarovima i odgovarajućim rješenjima) doći do informacija o potrebnim aktivnostima održavanja. [9]

Velika prednost ovakvog sustava je što se tijekom vremena baze ekspertnih sustava proširuju i nadopunjuju, radi dobivanja „šire slike“ što kasnije olakšava rad korisnika. Postupak rada sustava je utvrđen strogim pravilima, pri čemu se utvrđuje uzročno-posljedična veza događaja koja zajedno s rezultatima dijagnostičkih mjerenja postaje baza informacija.

### 2.5.9. Samoodržavanje

Ovaj koncept u suštini sadrži više ekspertnih sustava a glavna ideja je integracija sustava održavanja u upravljački sustav rada proizvodnog sustava primjenom neuronskih i Petrijevih mreža. Takvim principom omogućuje se predviđanje i sprečavanje potencijalnih problema tijekom eksploatacije. U takvom sustavu informacija o kvaru tehničkog sustava uzrokuje primjerenu radnju zamjene sklopa (modul) u otkazu ispravnim, a neispravan sklop odlazi u radionicu na popravak.



### **3. ODRŽAVANJE OPREME U EKSPLOZIJOM UGROŽENOM PROSTORU PREMA HRN EN 60079-10 I HRN EN 60079-17**

Zakonska regulativa Republike Hrvatske uvelike je usklađena sa regulativama i dokumentima Europske unije i Međunarodne elektrotehničke komisije (IEC). Tako su i norme HRN EN 60079-10 i HRN EN 60079-17 usklađene sa EN 60079-10 i EN 60079-17 normama. Time je zakonski osigurana ujednačena kvaliteta svih zemalja koje su prihvatile određenu normu što olakšava rad krajnjeg korisnika. HRN EN 60079-10 norma opisuje klasifikaciju eksplozijom ugroženog prostora na sljedeći način: HRN EN 60079-10-1 opisuje klasifikaciju prostora gdje se pojavljuje eksplozivna smjesa u plinovitom stanju, dok norma HRN EN 60079-10-2 opisuje prostore gdje je zapaljiva tvar u obliku prašine. Način pregleda i održavanja opreme u eksplozijom ugroženom prostoru dan je normom HRN EN 60079-17. Cilj ovog poglavlja je upoznavanje pristupom kategorizacije prostora te osnovama pregleda opreme.

#### **3.1. Osnove eksplozivnih smjesa**

U tehnološkim postupcima moguće je korištenje tvari (u plinovitom, tekućem ili krutom obliku) koji mogu izazvati štetne posljedice za radnu okolinu u kojoj se upotrebljavaju. U procesu gdje se koristi lako ispariva tekućina, poput benzina koji se koristi kao razrjeđivač ili sredstvo za odmašćivanje, nastaje potencijalno eksplozivna smjesa sa okolnim zrakom. Kod postupka lakiranja i bojanja nastaje smjesa fino raspršenih kapljica sa zrakom. Isto tako i sitne čestice krutih tvari (prašine) mogu tvoriti eksplozivnu smjesu sa zrakom. Prema navedenom, u radnoj okolini mogući je nastanak smjese para, plinova, maglice ili prašine sa zrakom. Ako su tvari u smjesi sa zrakom zapaljive, moguće je zapaljenje. Posljedice koje tada nastupaju mogu uzrokovati štetu postrojenja i ugroziti život radnika koji se nalazi u tom prostoru.

Kisik koji je u zraku volumno sadržan s oko 21 %, kemijski je vrlo aktivan element i ima velik afinitet spajanju s drugim tvarima. Reakcija spajanja kisika naziva se oksidacijom, za koju je uz kisik potrebno tvar koja ima afinitet spajanja s kisikom te određena količina energije. Oksidacija se može odvijati različitim brzinama i najčešće ovisi o dodirnoj površini reaktivne tvari (zbog toga se plinovi lakše pale od čestica prašine) a prema brzini reakcije razlikujemo:

- sporu,
- brzu,
- trenutnu oksidaciju.

Spora oksidacija ne predstavlja izravnu opasnost za zaposlenike, a karakterizira ju pojava oksidacijskog sloja (hr a željeza) i brzina je izražena u centimetrima u sekundi [cm/s].

Gorenje ili brza oksidacija predstavlja znatniju opasnost za zaposlenike. Gorenje se odvija na izlazu plina u dodiru sa zrakom, a brzina reakcije se izražava u metrima u sekundi [m/s].

Kod trenutne oksidacije razlikujemo tri pojave: buktanje, eksploziju i detonaciju. Ovo su trenutne i stoga vrlo opasne reakcije, ija brzina je izražena u kilometrima u sekundi [km/s].

Kod pojave buktanja karakteristično je postojanje ograničene količine gorive tvari, koja prilikom paljenja trenutno sagori. Zbog kratkog trajanja reakcije ne uspijeva se razviti visoki tlak niti veće količine štetne topline.

Eksploziju karakterizira prisutnost zapaljive smjese slobodno u prostoru, pa paljenjem nastaje lančana reakcija širenja plamena. Odlikuje je naglo širenje volumena i pojava visokih tlakova. Ova pojava traje sve dok ne izgori zapaljiva tvar.

Detonacija se razlikuje u nastanku od eksplozije u tome što se ne odvija u slobodnom prostoru, nego u prostoru kod kojih je promjer znatno uži od duljine (cjevovod). Zbog naglog širenja volumena, ispred plamena se potiskuje nesagoreni dio koji dobiva dodatnu energiju, pa zapaljenje te smjese rezultira iznimno visokim tlakovima.

### **3.2. Prostor ugrožen eksplozivnom plinskom smjesom**

Da bi došlo do požara ili eksplozije zapaljive plinske smjese, potrebno je zadovoljiti uvjete požarnog trokuta (slika 3.1). Uz gorivu tvar i prisustvo kisika potreban je izvor energije koji će zapaliti dobivenu smjesu. Ponekad je moguće prisustvo sva tri čimbenika a da se ne dogodi reakcija, što će biti objašnjeno u nastavku.



Slika 3.1 Požarni trokut

Eksplzivnu reakciju zapaljivih plinova u zraku mogu e je prikazati kemijskom reakcijom, poput primjera gorenja metana:



iz koje se vidi da je za gorenje 1 dm<sup>3</sup> metana (CH<sub>4</sub>) potrebno 2 dm<sup>3</sup> kisika (O<sub>2</sub>), pri emu nastaje 1 dm<sup>3</sup> ugljik dioksida (CO<sub>2</sub>) i 2 dm<sup>3</sup> vode (u obliku pare). Znaju i da volumen kisika u zraku iznosi oko 21 %, prema jednadžbi (1) potreban volumen zraka za gorenje 1 dm<sup>3</sup> metana iznosi 9,52 dm<sup>3</sup>. Na osnovu dobivenih podataka može se izra unati koli ina metana koja e u smjesi sa zrakom potpuno oksidirati, prema jednadžbi (2).

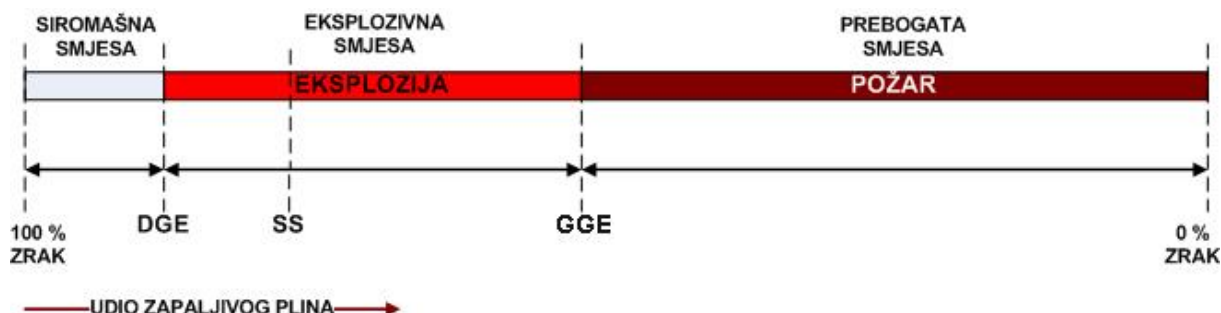
$$\frac{1 \text{ dm}^3 \text{ CH}_4}{1 \text{ dm}^3 \text{ CH}_4 + 9,52 \text{ dm}^3 \text{ zraka}} \times 100 = 9,51 \text{ vol. \% CH}_4 \quad (2)$$

Dobiveni omjer naziva se *stehiometrijska smjesa* (SS), koja predstavlja to nu koli inu eksplozivne smjese zapaljivog plina i zraka da nastupi potpuna oksidacija.

Doduše, eksplozija može nastati i u druga ijim omjerima zraka i plina unutar podru ja zapaljivosti unutar kojeg mogu sagorjeti na eksplozivan na in. Tako su definirane donja (DGE) i gornja (GGE) granica eksplozivnosti.

Najviša koncentracija zapaljive tvari ispod stehiometrijske smjese, kod koje dolazi do eksplozije naziva se *donja granica eksplozivnosti*. Ako je koncentracija zapaljivog plina u smjesi sa zrakom ispod te granice, ne e do i do eksplozivne reakcije zbog premale koli ine zapaljive tvari. Gornja granica eksplozivnosti predstavlja najnižu koncentraciju zapaljive tvari u smjesi iznad stehiometrijske granice kod koje nastaje eksplozija. Iznad te granice, smjesa ne može eksplozivno sagorjeti zbog prevelike koncentracije plina u odnosu na kisik, no mogu je nastanak požara! Slika 3.2 prikazuje granice zapaljivosti i eksplozivnosti za zapaljivu smjesu

plina i zraka. Može se primijetiti da stehiometrijska smjesa nije uvijek u sredini eksplozivnog područja.



Slika 3.2 Prikaz granica eksplozivnosti

### 3.3. Prostor ugrožen zapaljivom prašinom

Pod prašinom podrazumijevamo sitne estice tvari veličine 1  $\mu\text{m}$  do nekoliko desetaka mikrona. Sitna prašina krutih gorivih tvari (ugljen, sumpor, drvo, šećer, brašno, škrob, aluminij, magnezija...) pomiješana sa zrakom, može tvoriti eksplozivnu smjesu. Poput para i plinova, ako se estice prašine pomiješane sa zrakom zapale, dolazi do naglog širenja volumena produkata izgaranja, što rezultira visokim porastom tlaka i visokom temperaturom. Što su estice prašine sitnije, to će biti veća površina dodira sa kisikom što rezultira snažnijom reakcijom. Da bi se zadovoljio uvjet eksplozivnosti smjese prašine potrebni su dodatni faktori pa je tako uveden eksplozivni peterokut (slika 3.3), koji je u suštini prošireni požarni trokut. Uz prisustvo gorive tvari, kisika i izvora paljenja, dodani su uvjeti okoline (zatvoreni prostor u kojem se može taložiti prašina) i raspršenosti (pojava ventilacije koja će uzvratiti nakupljenu prašinu) što omogućuje reakciju eksplozivne smjese, pa stoga u praksi za vrijeme redovitog rada se teže stvaraju uvjeti za postizanje donje granice eksplozivnosti.



Slika 3.3 Eksplzivni peterokut

Potencijalno opasna prašina je ona koja se taloži. Ako se u proizvodnom procesu, gdje se pojavljuje prašina gorivih tvari, oslobađaju u prostor male količine prašine koja se taloži na pod ili strojeve, tijekom vremena može postati znatan sloj prašine. Ona se može djelovanjem ventilacije uzviti i stvoriti eksplozivnu atmosferu. Također je moguće daljnje nakupljanje prašine i stvaranje debelog sloja koji može postati iznimno opasan ako se ispod nalazi izvor topline. Tada se može pokrenuti postupak suhe destilacije ili *tinjanja*.

Jednom pokrenuto paljenje ili eksplozija prašine uzrokuje uzviti i podizanje prašine koja se u daljnjem slijedu dalje uzviti i stvaraju i eksploziju sve dok ne nestane gorive tvari. Tipičan primjer ovakvog slučaja su silosi.

Problem tinjanja prašine se javlja ako se prašina taloži na električnim strojevima (asinkroni motori). Zapaljiva prašina se može zagrijati na toploj površini uređaja (rebra asinkronog motora) a kako su organske prašine loši vodiči topline, sloj u dodiru se počinje sve više zagrijavati. Porastom količine topline raste temperatura i može se ostvariti dovoljna temperatura za potpunu reakciju suhe destilacije. Suha destilacija se odvija na višim temperaturama gorenja tvari bez prisutnosti kisika, pa uklanjanjem gornjeg sloja (ventilacijom ili razgrtanjem) omogućuje se pristup kisiku što uzrokuje naglu reakciju gorenja, uzviti i podizanje prašine te nastanak eksplozivne smjese i same eksplozije.

Temperatura tinjanja smanjuje se porastom debljine naslage prašine, no kako je već objašnjeno dovođenjem kisika kroz niz tih reakcija dolazi do eksplozije. Zato se preporučuje da naslage prašine na uređajima nikako ne budu preko 5 mm, a moguće je primijetiti na industrijskim uređajima pokrov kod ventilatora elektromotora koji sprečavaju taloženje prašine.

### 3.4. Koncentracija kisika

U normalnim uvjetima, kisik zauzima 21 % volumena zraka, no kod raznih procesa taj omjer može biti izmijenjen što bitno utječe na granice paljenja eksplozivne smjese. Tablica 3.1 prikazuje promjenu granice eksplozivnosti tvari pri povećanju udjela kisika. Uočljivo je povećanje eksplozivnog područja, a treba napomenuti da su najopasniji plinovi kojima se u ovakvim uvjetima smanjuje DGE zbog toga što mogu brže reagirati.

**Tablica 3.1** Granice eksplozivnosti plinova pri promjeni udjela kisika [17]

ZAPALJIV PLIN	GRANICE EKSPLOZIVNOSTI [vol. %]			
	ZRAK		KISIK	
	DGE	GGE	DGE	GGE
METAN (CH <sub>4</sub> )	5,3	14,9	5,15	60,5
ETAN (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	3,1	12,5	3,05	66,0
VODIK (H <sub>2</sub> )	4,0	74,2	4,65	93,9
ACETILEN (C <sub>4</sub> H <sub>2</sub> )	2,5	80,5	2,8	93,0

### 3.5. Energija paljenja

Za paljenje eksplozivne smjese potreban je izvor topline, koji će prenijeti dovoljno energije da se postigne određena temperatura koja može zapaliti eksplozivnu smjesu, što ovisi o vrsti zapaljive tvari. *Temperatura paljenja* predstavlja najnižu temperaturu pri kojoj se zapaljiva tvar (plin, pare, maglice ili prašina) pomiješana sa kisikom na načinu koji se može zapaliti ili eksplodirati. Za paljenje eksplozivne smjese dovoljno je da se jedan dio ugrije na temperaturu paljenja. Nastalo sagorijevanje tada se velikom brzinom širi kroz smjesu u obliku plamena pri čemu nastaje eksplozija. Da bi se mogla ocijeniti opasnost od paljenja a prema tome i odgovarajuće mjere zaštite, gorive i zapaljive tvari klasificirane su u temperaturne razrede prikazani tablicom 3.2.

**Tablica 3.2** Prikaz temperaturnih razreda zapaljivih plinova i para [17]

TEMPERATURNI RAZRED	T1	T2	T3	T4	T5	T6
PLINOVI I PARE IMAJE TEMPERATURA PALJENJA IZNAD °C	IZNAD 450	300 - 450	200 - 300	135 - 200	100 - 135	85 - 100

### **3.6. Podjela plinova u skupine paljenja**

Na elno plinove dijelimo prema podru ju primjene u dvije kategorije: rudarstvo (podru je primjene ure aja kategorije I) i industriju (ure aji kategorije II). U rudarstvu postoji samo jedan plin – metan, i sva se oprema radi za tu vrstu eksplozivnog plina. S druge strane, u industriji postoji ve a raznolikost opasnih plinova i para pa se zapaljivi plinovi II kategorije klasificiraju u tri skupine: A, B i C. Kod ove klasifikacije kategorija A predstavlja kategoriju plinova kojoj je potrebna ve a energija da bi se zapalila eksplozivna smjesa, a skupina plinova svrstani u skupinu C trebaju najmanju koli inu energije za zapaljenje eksplozivne smjese. Skupni prikaz raspodjele skupina plinova i temperaturnih razreda dan je tablicom 3.3.

Tablica 3.3 Skupine plinova i temperaturni razred značajnijih plinova i para [17]

SKUPINA PLINOVA	TEMPERATURNI RAZRED					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
A	ACETON	AMILACETAT	CIKLOHEKSAN	ETANOL		
	AMONIJAK	N - BUTAN	N - HEKSAN	DIETILETER		
	BENZEN	N - BUTANOL	SIROVA NAFTA			
	ETAN					
	METAN					
	METANOL					
	OCTENA KISELINA	ETILNI ALKOHOL				
	UGLJIK MONOKSID					
	ZEMNI PLIN					
B	GRADSKI PLIN	ETILEN				
		ETILEN OKSID				
C	VODIK	ACETILEN			UGLJIK DISULFID	
		VODENI PLIN				

### 3.7. Klasifikacija prostora ugroženog zapaljivom prašinom

Ugroženi prostor od zapaljive prašine rasprostire se na udaljenost do koje se taloži zapaljiva prašina, a da uzvratlana u smjesi sa zrakom može stvoriti eksplozivnu smjesu. Prašina koja može stvoriti eksplozivnu atmosferu može biti organska, ugljena ili metalna, a najvažnije je veličina nataloženih čestica, vlažnost i količina nataložene prašine. Važno je znati da za razliku od plinova i para, gdje ventilacija pomaže uklanjanju zapaljive smjese ovdje ima



suprotan u inak. Kod prašina ventilacija pospješuje nastanak eksplozivne smjese i povećava opasnost stvaranja eksplozijom ugroženog prostora.

Eksplozivnu atmosferu stvara samo uzvitlana prašina, dok nataložena prašina predstavlja veliku potencijalnu opasnost, pa polaze i od te činjenice zone opasnosti prostora ugroženih prašinom dijelimo u tri kategorije:

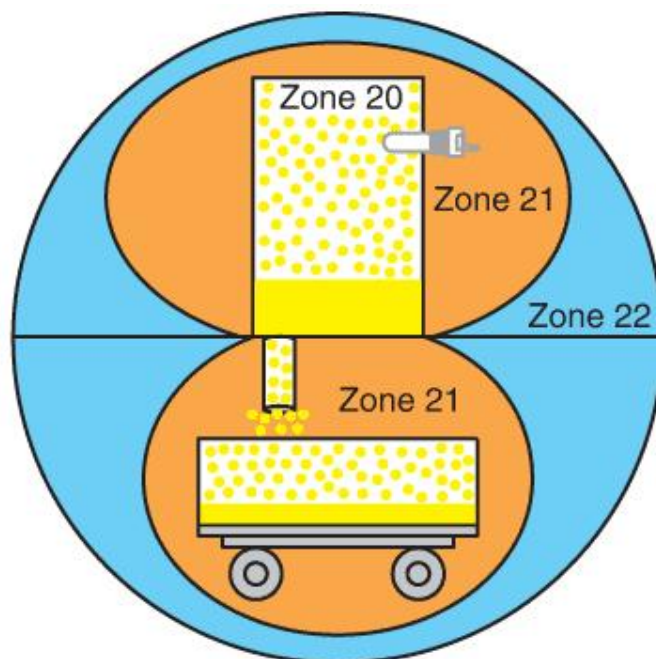
- Zona 20,
- Zona 21,
- Zona 22.

**Zona 20** predstavlja prostor u kojem je eksplozivna atmosfera u obliku oblaka gorive prašine ili vlakana u zraku stalno prisutna ili povremeno ali je često prisutna. Zona opasnosti 20 javlja se u zatvorenim sustavima transporta, silosima, filterima, mlinovima, u zatvorenim prostorima s nekontroliranom nataloženom prašinom...

**Zona 21** opisuje prostor u kojem se eksplozivna atmosfera u obliku oblaka gorive prašine može pojaviti pri kontroliranim i normalnim uvjetima rada. Zona 21 predstavlja nastavak zone 20, a prostire se oko otvora koji se otvaraju za vrijeme rada, nezatvorene transportne trake, kod utovara/istovara kamiona, prostori s nataloženom prašinom koja se tehnološkim postupkom može uzvitlati...

Prostor, u kojem se eksplozivna atmosfera u obliku oblaka gorive prašine u zraku ne pojavljuje u normalnim uvjetima rada, no ako i nastupi, to je rijetko i kratkotrajnog trajanja kategoriziran je kao **zona 22**. Kao nastavak zone 21, predstavlja prostor u kojem u iznimnim slučajevima može nastati eksplozivna atmosfera.

Slika 3.4 prikazuje prostor u kojem je prisutna eksplozivna atmosfera prašine te odgovarajuću rasprostranjenost zona.



**Slika 3.4** Prikaz rasprostranjenosti zona kod pretovara zrnja [18]

Na mjestima gdje ima zapaljive prašine u koli ini ispod donje granice zapaljivosti, ugradbena elektri na oprema ne mora biti u protueksplozivnoj izvedbi, ali mora biti mehani ki zatvorena i imati dodatnu (IP) zaštitu kojom se spre ava ulazak prašine u ure aj.

IP zaštita (International Protection) odre ena je HRN EN 60529 normom) koja definira stupanj zaštite od ulaska krutih ili teku ih elemenata u ku ište za elektri ne i elektroni ke ure aje (uz nazivnu snagu do 72,5 Kw). Ozna avanje otpornosti na prodiranje krutina i teku ina propisano je oznakom IP te dvoznamenkastim brojem, gdje prva znamenka predstavlja zaštitu od krutih mehani kih tijela, a druga znamenka odre uje stupanj zaštite od štetnog utjecaja teku ine. Tablica 3.4 prikazuje stupnjeve IP zaštite uz opis pojedine kategorije, pa prema tome IP 00 predstavlja najniži oblik zaštite tj. nezašti eni ure aj od prašine i teku ine. IP 68 s druge strane predstavlja najve i stupanj zaštite (potpuna zaštita) koja osigurava ispravan rad potopljenog ure aja u okolini sa puno sitnih estica, no valja napomenuti da to nije protueksplozivna zaštita. Naj eš e su IP 20 (unutarnja rasvjeta), IP 54 (vanjska rasvjeta), IP 67 (rasvjeta za bazene) a i industriji IP 65 (priključ ni ormar).

Tablica 3.4 Opis stupnjeva IP zaštite [19]

PRVA ZNAMENKA	ZAŠTITA OD KRUTIH TIJELA	DRUGA ZNAMENKA	ZAŠTITA OD TEKUĆINE
0	BEZ ZAŠTITE	0	BEZ ZAŠTITE
1	ZAŠTITA OD KRUTIH TVARI PROMJERA > 50 mm	1	ZAŠTITA OD OKOMITOG KAPANJA VODE
2	ZAŠTITA OD KRUTIH TVARI PROMJERA > 50 mm	2	ZAŠTITA OD KAPANJA VODE POD KUTOM OD 15 °
3	ZAŠTITA OD KRUTIH TVARI PROMJERA > 50 mm	3	ZAŠTITA OD PRSKANJA VODE POD KUTOM OD 60 °
4	ZAŠTITA OD KRUTIH TVARI PROMJERA > 50 mm	4	ZAŠTITA OD PRSKANJA IZ SVIH SMJEROVA
5	ZAŠTITA OD PRAŠINE	5	ZAŠTITA OD MLAZA VODE
6	POTPUNA ZAŠTITA OD PRAŠINE	6	ZAŠTITA OD JAKOG MLAZA VODE
		7	ZAŠTITA OD PRIVREMENOG URANJANJA
		8	ZAŠTITA OD TRAJNOG URANJANJA

Prema uvjetima rada postrojenja pri odabiru opreme naravno je se uređaj odgovarajuće protueksplozijske zaštite. Slika 3.5 prikazuje nazivnu ploču protueksplozijskog uređaja priključne kutije, hrvatskog proizvođača Konar – Pex.



**Slika 3.5** Prikaz nazivne ploče protueksplozivnog uređaja

Nazivna ploča prikazuje osnovne informacije o proizvođaču i uređaju. Ovakva vrsta uređaja izrađena je da zadovolji veštinu uvjeta u industriji (pojava zapaljive smjese plinova i prašine). Sa stajališta protueksplozivne zaštite, posebnu pozornost daje se oznaci protueksplozivne zaštite:

## **S II 2GD Exe II T6 (T85°C)**

Odmah se može uočiti da je ovaj uređaj izveden u protueksplozijskoj izvedbi (oznaka **S**, inače *Ex*) pogodan za nadzemnu industriju (oznaka **II**) prikladan za ugradnju u potencijalnoj eksplozivnoj atmosferi plina (**G**) i prašine (**D**). Uređaj zadovoljava temperaturni razred **T6** pa je moguća ugradnja u najzahtjevnije uvjete što se tiče temperature paljenja.

### **3.8. Pristup pregledu i održavanju električne opreme**

Pregled i održavanje uređaja u Ex-prostorima propisano je normom HRN EN 60079-17 koja prema [1] propisuje provođenje sljedećih postupaka:

1. Početni pregled prije prvog puštanja uređaja u pogon
2. Redovitih periodičkih pregleda
3. Trajnog nadzora od strane stručnog osoblja
4. Izvanrednog pregleda ukoliko je došlo do havarije

Tehničko nadgledanje postrojenja može biti osnovno, redovito, kontrolno i izvanredno. Osnovno nadgledanje se obavlja:

- nad dokumentacijom za izgradnju postrojenja koje se nalazi u prostoru ugroženom eksplozivnom atmosferom i u kojem se upotrebljava oprema,
- prije puštanja u rad postrojenja koje se nalazi u prostoru ugroženom eksplozivnom atmosferom i u kojem se upotrebljava oprema,
- kada tip opreme nije bio odobren za uporabu,
- kada je mijenjana namjena prostora ugroženih eksplozivnom atmosferom ugrađivanama ili se proširuje kapacitet postrojenja kojim se mijenja prostor ugrožen eksplozivnom atmosferom ugrađivini ili povećava kapacitet postrojenja kojim se utječe na promjene veličina zone opasnosti,
- kada se obavljaju veći i popravci i prilagodbe opreme kojim se mijenjaju svojstva i značajke te opreme.

Redovito nadgledanje obavlja se nad postrojenjima u uporabi i na ugrađenoj opremi zbog utvrđivanja odgovara li oprema uvjetima i zahtjevima, odnosno propisima u pogledu tehničke i konstrukcijske sigurnosti koji su bili traženi, odnosno na snazi prilikom puštanja u rad nakon izgradnje ili rekonstrukcije, koje uključuje održavanost temeljem utvrđenog stanja protueksplozijske zaštite.

Kontrolno nadgledanje obavlja se zbog utvrđivanja jesu li otklonjeni nedostaci utvrđeni u osnovnom i/ili redovitom nadgledanju, a u rokovima koji su određeni za otklanjanje utvrđenih nedostataka u redovitom nadgledanju.

Izvanredno nadgledanje obavlja se:

- nakon pretrpljene havarije postrojenja ili dijela postrojenja u kojem se nalazi oprema,
- na zahtjev nadležnog tijela inspekcije,
- nakon većih popravaka i/ili prepravaka za koje se ne zahtijeva osnovno nadgledanje,
- na zahtjev korisnika opreme.

U skladu s normom HRN EN 60079-17 pod pojmom održavanja smatraju se svi postupci koji su obavljeni sa ciljem da se neki dio održi u stanju, ili da se vrati u stanje u kojem može zadovoljiti zahtjeve odgovarajuće specifikacije i izvršavati tražene funkcije.

Pregledi Ex-uređaja provode se kao periodični pregledi, a vremenski intervali u kojima se oni obavljaju prvenstveno ovise o uvjetima u kojima rade uređaji i njima pripadajuća instalacija. Radovi na održavanju Ex-uređaja i njima pripadajućih instalacija imaju za cilj da Ex-uređaji budu u ispravnom stanju i da se mogu koristiti u normalnom pogonu bez kvarova i bez opasnosti po ljude i okoliš.

Sustav održavanja treba biti u skladu s HRN EN 60079-17 i Pravilniku o najmanjim zahtjevima sigurnosti i zaštite zdravlja radnika te tehničkom nadgledanju postrojenja, opreme, instalacija i uređaja u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom te sukladno tome postoje dvije vrste održavanja: održavanje vlastitih postrojenja te održavanje iz usluge korisniku postrojenja.

Ovisno o starosti i održavanosti postrojenja, određuje se periodika vizualnih, kontrolnih i detaljnih pregleda. Upute sa tablicama za vizualni, kontrolni i detaljni pregled postrojenja nalaze se u Ex – priručniku održavanja. Na temelju pregleda postrojenja, odlučuje se o daljnjim mjerama održavanja ili popravka koje izvodi tvrtka pod nadzorom Ex – Agencije. Svi radovi, pregledi i popravci upisuju se u dnevnik radova.

Svi uređaji i oprema smješteni u prostoru ugroženom eksplozivnom atmosferom, trebaju imati zaseban karton s odgovarajućim osnovnim podacima: naziv proizvođača, tip uređaja, tvornički broj, oznaku certifikata i protueksplozijske zaštite, poziciju i priključnu oznaku uređaja u postrojenju kao i osnovne tehničke podatke. U pojedinačnom kartonu svakog uređaja, upisuje se popravci s nazivom tvrtke, datumom i brojem izvještaja kao i rezultati izvještaja detaljnog pregleda. Tako uređajna kartoteka zajedno s dnevnikom radova predstavlja dokument koji se pregledava u redovnom tehničkom pregledu postrojenja.

Kod tehnološki manje složenih postrojenja (plinske kotlovnice, benzinske postaje, lakirnice, skladišta zapaljivih tekućina te ostali manji tehnološki objekti) dozvoljava se osobama tehničke struke koje su prošle edukaciju iz protueksplozijske zaštite da rade vizualne i kontrolne preglede vlastitom Ex-priručniku održavanja u kojem se nalaze navedene tablice pregleda. Ako vizualni ili kontrolni pregled ukaže na potrebu za daljnjim detaljnim pregledom korisnik postrojenja angažirati će tvrtku pod tehničkim nadgledanjem Ex-Agencije za

aktivnost održavanja ili popravka da obavi detaljni pregled. Ako korisnik postrojenja nema zaposlenu gore navedenu osobu koja će obavljati radove održavanja (vizualne i kontrolne preglede, voditi dnevnik radova i kartoteku uređaja) potrebno je ugovoriti održavanje sa tvrtkom pod tehničkim nadgledanjem Ex-Agencije.

## 4. UZROCI PALJENJA

Pojavi zapaljive tvari u prostoru i nastanku eksplozivne atmosfere treba posvetiti više pažnje jer je najčešće izazvan našom i nadzora i sprečavanja, a može se pojaviti u tehnološkom procesu u normalnom radu a ne samo zbog manjkavosti postrojenja<sup>5</sup>. Poznato je da do reakcije paljenja dolazi ako su prisutni svi elementi trokuta eksplozije: goriva tvar, kisik i izvor topline. U tom slučaju nadzire se i sprečava pojava uzroka paljenja.

Uzroci paljenja može biti svako mjesto koje može prenijeti dovoljno topline na eksplozivnu smjesu da se pokrene lančana reakcija koja ima eksploziju kao krajnji rezultat. U praksi najčešće se pojavljuje kao:

- iskra kod prekidanja električnog strujnog kruga na sklopki,
- pucanje vodiča u kabelu ili električnom uređaju,
- električni luk koji se pojavljuje kod otvaranja/zatvaranja prekidača,
- pretjerano zagrijavanje površine uređaja u radu,
- otvoreni plamen,
- mehanička iskra,
- kemijska reakcija,
- statički elektricitet...

U daljnjem dijelu obrađeni su najčešći i potencijalni uzroci paljenja eksplozivnih smjesa.

### 4.1. Otvoreni plamen

Plamen je reakcija gorenja gorive tvari (plin, para ili krutina) i kisika, pri čemu nastaje toplina i emitira se svjetlo. Plamen nastaje neposredno na mjestu kontakta gorive tvari i kisika, a u prostor se šire produkti gorenja: vodena para i CO<sub>2</sub>. Temperatura plamena ovisi o toplinskoj vrijednosti gorive tvari i brzini izgaranja<sup>6</sup> a tablica 4.1 prikazuje temperature plamena za različite materijale.

<sup>5</sup> Treba napomenuti da posebni slučajevi poput havarija nije predmet protueksplozijske zaštite.

<sup>6</sup> Gorenje se smatra umjereno brzom reakcijom. Brže je od oksidacije (spora reakcija) no sporije od eksplozije i detonacije (vrlo brze, trenutne reakcije).



**Tablica 4.1** Temperature plamena [17]

<b>TVAR</b>	<b>TEMPERATURA PLAMENA [°C]</b>
Fosfor	800
Magnezij	2000 – 3000
Drvo	1100 – 1300
Koks	1400 – 1600
Rasvjetni plin	1550
Vodik	2900
Acetilen	3100

Temperature paljenja zapaljivih smjesa plinova, para i prašina sa zrakom su znatno niže od temperature plamena, pa prema tome ukoliko se otvoreni plamen nalazi u eksplozivnoj smjesi, do i e do zapaljenja smjese i proširit e se velikom brzinom. Ako je energija paljenja plamena mala, zbog toplinske vodljivosti okolne smjese ohladit e se plamen ispod temperature paljenja i potom se ugasiti.

Vrlo esto se u eksplozijom ugroženim prostorima poput benzinske postaje, rafinerija ili še erana mogu vidjeti natpisi i piktogrami kojima se zabranjuje pušenje ili rad plamenikom. To su prostori gdje se u normalnom radu može pojaviti eksplozivna atmosfera, a plamen u takvom prostoru uzrokuje eksplozijom.

#### **4.2. Užarene tvari i vru i predmeti**

Užarene tvari nastaju zagrijavanjem na visoku temperaturu pri emu emitiraju svjetlost. Boja žara ovisi o temperaturi užarene tvari, kao što je prikazano tablicom 4.2.

**Tablica 4.2** Odnos boje i temperature užarene tvari [17]

<b>BOJA ŽARA</b>	<b>TEMPERATURA [°C]</b>
Sivi žar – slabo vidljivo	400
Crveni žar – vidljiv u tami	500
Tamnocrveni žar	700
Svjetlocrveni žar	900
Tamno narandžasti žar	1100
Po etak bijelog žara	1300
Bliješte e bijelo	1500

Užarene tvari u većini slučajeva mogu inicirati paljenje eksplozivne smjese, jer je njihova temperatura najčešće viša od minimalne potrebne temperature paljenja smjese. Užarene cigarete, komadi i nastali uslijed zavarivanja ili rezanja mogu upaliti eksplozivnu smjesu. Temperatura žara cigarete, ovisno o uvjetima varira od 550 do 1050 °C, što je jedan od razloga zašto je u većini prostora gdje je moguća pojava eksplozivne atmosfere zabranjeno pušenje.

Iako se predmet može zagrijati do temperature paljenja smjese, on je ne mora upaliti. Zbog toga se vrući predmeti (dimnjaci, cjevovod parovoda) smatraju manje opasnim od otvorenog plamena ili užarenih predmeta.

#### **4.3. Mehanička iskra**

Sve svjetleće pojave koje nastaju kod međusobnog sudara ili trenja vrstih tijela pri normalnoj temperaturi nazivamo mehaničkom iskrom. Trenje je posljedica paralelnog gibanja dvaju tijela po dodirnoj površini a sudar je dodir dva tijela koji su se prije tog događaja gibali jedan prema drugom. U oba slučajeva kinetička energija pretvara se u toplinsku. Površine svih vrstih tvari su neravne i zbog mehaničkog djelovanja (trenje, sudar) dolazi do otkidanja sitnih komadića materijala koji se ovisno o vrsti materijala otkidaju i zagrijavaju u obliku iskre. Ovo je ista pojava kod obrade metala odvajanjem čestica. Veća tvrdoća metala uzrokuje jače trenje a time veća temperatura iskre.

Da bi iskra izazvala paljenje eksplozivne smjese, potrebna je dovoljna energija da se izazove paljenje smjese. Uz pojavu iskre, trenjem se povećava temperatura predmeta pa se zagrijavanjem površine javlja nova mogućnost paljenja eksplozivne smjese. Da bi se umanjila mogućnost pojave iskre, u uvjetima gdje je moguća pojava eksplozivne smjese, zabranjuje se korištenje alata i uređaja koji mogu uzrokovati iskru.

#### **4.4. Električni uređaji i postrojenja**

Električni uređaj može zapaliti eksplozivnu smjesu toplinom, električnim lukom i iskrom. Električna energija se lako može pretvoriti u različite vrste energije: mehaničku, toplinsku, kemijsku ili svjetlosnu. Kod pretvorbe energije dio te energije se gubi, najčešće u vidu toplinske energije.

Tijekom rada, a posebno uslijed kvara električnih uređaja oslobađa se toplina. Cilj je ograničavanje toplinskih gubitaka na što je moguće nižoj razini, jer u slučaju daljnjeg

zagrijavanja i porasta temperature ure aja mogu e je nastanak eksplozije ako je u tom prostoru prisutna eksplozivna smjesa. Kako bi se sprije ila pojava paljenja eksplozivne smjese razra eni su na ini kojima se mogu i uzro nik paljenja oslabljuje ili uklanja. Navedeni na ini su prema normama formirani u sljede e vrste protueksplozivne opreme:

1. neprodorni oklop – Exd,
2. pove ana sigurnost – Exe,
3. samosigurnost – Exi (Exia i Exib),
4. punjenje krutim tvarima – Exm,
5. uranjanje u teku ine – Exo,
6. nadtlak – Exp,
7. punjenje pijeskom – Exq,
8. posebna vrsta zaštite – Exs.

#### **4.4.1. Neprodorni oklop – Exd**

Ova vrsta zaštite odre ena je normom HRN EN 50018. Osnovna ideja ove vrste protueksplzijske zaštite jest da su dijelovi elektri nog ure aja koji bi mogli izazvat paljenje zatvoreni u oklopu ku išta. Ku ište kao osnovni element zaštite treba biti gra eno tako da izdrži unutarnji tlak eksplozije bez ošte enja ili nedopuštenih elasti nih deformacija te da sprije i probojno paljenje kroz zaštitne raspore na vanjsku eksplozivnu atmosferu. Time se omogu ava ulaženje eksplozivne atmosfere u ku ište ure aja, no prilikom eksplozije plamen se ne može proširiti iz ku išta van.

Osnovna podjela ku išta „d“ zaštite je u dvije skupine:

- I – za primjenu u rudnicima,
- II – za primjenu na ostalim mjestima, industriji.

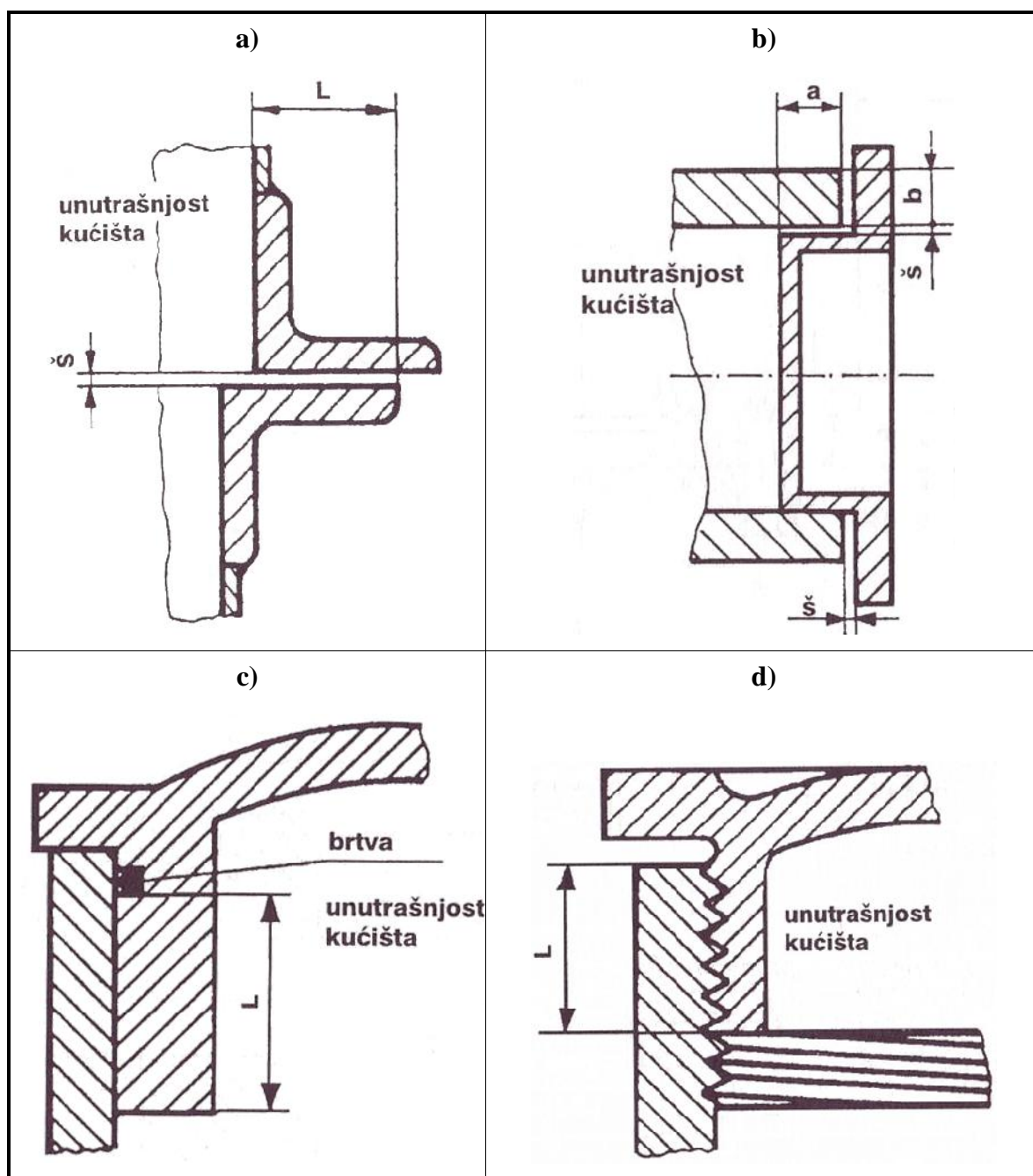
Dalje se ku išta skupine II dijele na:

- A – ugljikovodici,
- B – etilen,
- C – vodik.

Tablica 4.3 pokazuje na in kategorizacije plinova i para kod primjene zaštite ure aja neprodornim oklopom.

**Tablica 4.3** Kategorizacija plinova i para kod primjene zaštite neprodornog oklopa [17]

MJESTO UPORABE	SKUPINA PLINOVA	PLINOVI I PARE
I		METAN, ZEMNI PLIN
II	A	UGLJIKOVODICI
	B	ETILEN, GRADSKI PLIN
	C	VODIK

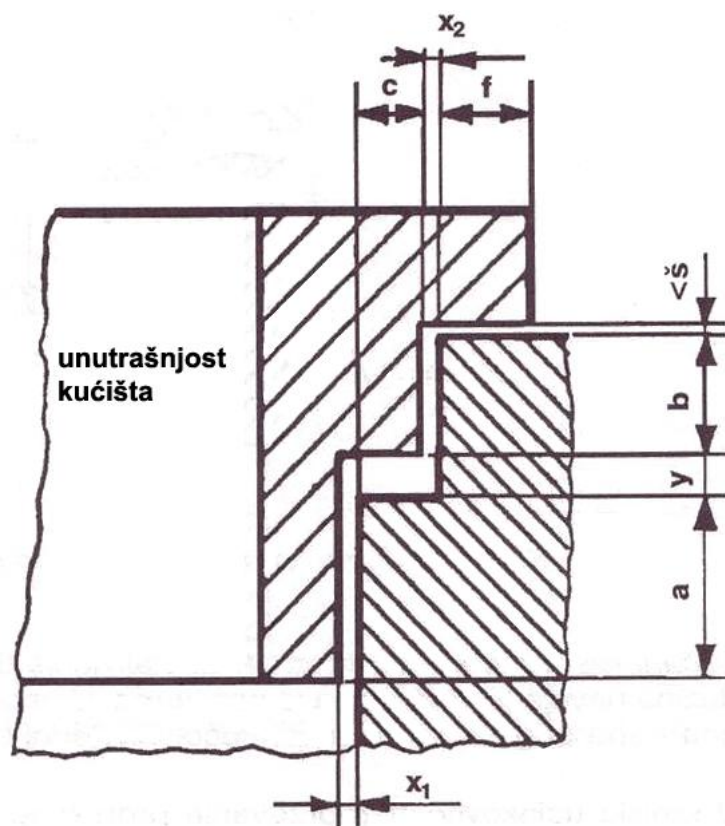
**Tablica 4.4** Prikaz određivanja dužine raspora kod Exd zaštite [17]

Tablica 4.4 prikazuje najčešće izvedbe raspora Exd zaštite:

- a) ravni raspor,
- b) cilindrični raspor,
- c) raspor s brtvom,
- d) vijani raspor.

Labirintni raspor moguće je shvatiti kao kombinaciju raspora navedenih tablicom 4.4 s time da postoje određena pravila za izračunavanje stvarne dužine raspora:

- za kategorije I, IIA i IIB:
  - $x_1, x_2, y < \delta \rightarrow L = a + b + c + f$ ;
  - $x_1, x_2 < \delta \text{ \& } y < 3\delta \rightarrow L = a + b + f$ ;
  - $x_1, x_2 < \delta \text{ \& } y > 3\delta \rightarrow L = b + f$ ;
- za kategoriju IIC:
  - $x_1, x_2, y < \delta \rightarrow L = a + b$ ;
  - $x_1, x_2 < \delta \text{ \& } y > \delta \rightarrow L = b$ .



Slika 4.1 Prikaz labirintnog raspora [17]

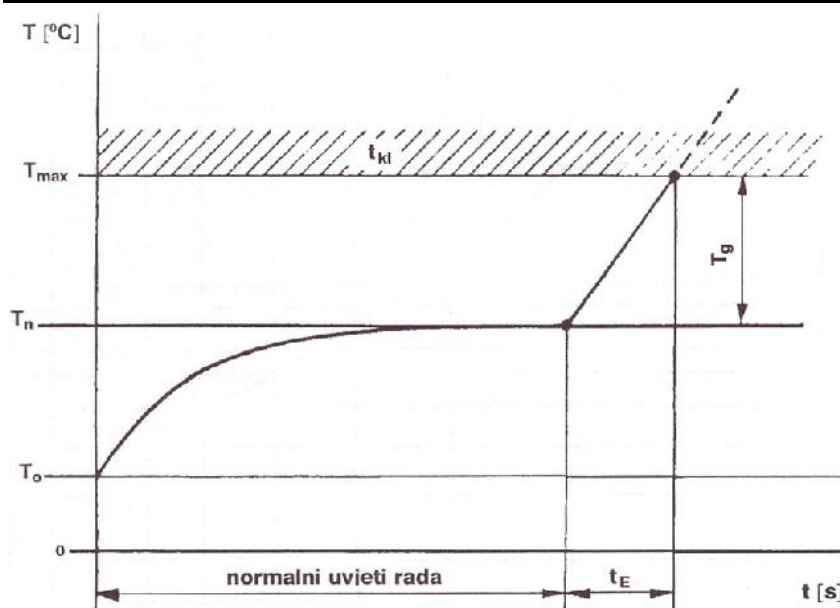
#### 4.4.2. Povećana sigurnost – Exe

Oznaka „e“ određuje vrstu protueksplozijske zaštite povećane sigurnosti obrađenu normom HRN EN 50019. Ova vrsta zaštite moguća je samo za uređaje koji u normalnom radu ne stvaraju električni luk, ne iskre niti se zagrijevaju iznad granične temperature.

Konstrukcija takvih uređaja izražava se na način da u normalnim uvjetima rada zagrijava na temperaturu nižu od temperature paljenja a u slučaju preopterećenja ili drugih poremećaja u radu ima zaštitnu napravu koja će isključiti napajanje a time i daljnje zagrijavanje (slika 4.2). Ograničavanje zagrijavanja najvažniji je čimbenik ove vrste protueksplozijske zaštite. Granične temperature pojedinih temperaturnih razreda dane su tablicom 4.4 (uz temperaturu okoline od 40 °C), no za uređaje koji se koriste u rudnicima ograničene temperature klase iznosi 200 °C (T3).

**Tablica 4.5** Prikaz graničnih temperatura i nadtemperatura [17]

TEMPERATURNIA KLASA	T1	T2	T3	T4	T5	T6
MAKSIMALNO DOPUŠTENA TEMPERATURA [°C]	450	300	200	135	100	85
MAKSIMALNO DOPUŠTENA NADTEMPERATURA [°C]	410	260	160	95	60	45

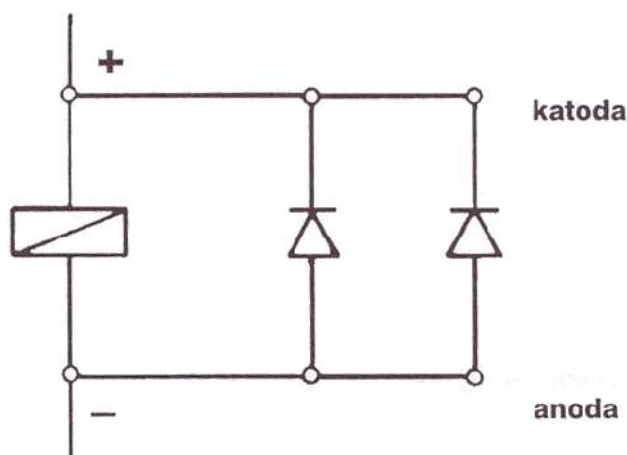


**Slika 4.2** Prikaz karakteristike rada i isključivanja Exe uređaja [17]

#### 4.4.3. Samosigurnost – Exi

Prvi samosigurni uređaji javljaju se po etkom 20-og stoljeća u rudnicima ugljena Velike Britanije. Sastojao se od izvora napajanja (24 V DC), dvije gole žice nekoliko centimetara razmaknute koje su se protežile duž hodnika i rudničko zvono koje se aktiviralo zatvaranjem strujnog kruga lopatama rudara. Oznaka se oznakom „i“, postoje dvije kategorije „a“ i „b“ a određena je normom HRN EN 50020.

Smanjenje energije na uređaju ili bilo kojem dijelu strujnog kruga na iznos koji nije dovoljan izazvati paljenje eksplozivne smjese naziva se samosigurnost. Spajanjem dioda postiže se zaštita od prenapona, a primjerom dan slikom 4.3 prikazan je uređaj s dvostrukom zaštitom uređaja. Takvi uređaji mogu biti namijenjeni samo za posebne namjene i najčešće se koriste kod elektroničkih uređaja (mjerni i regulacijski uređaji).

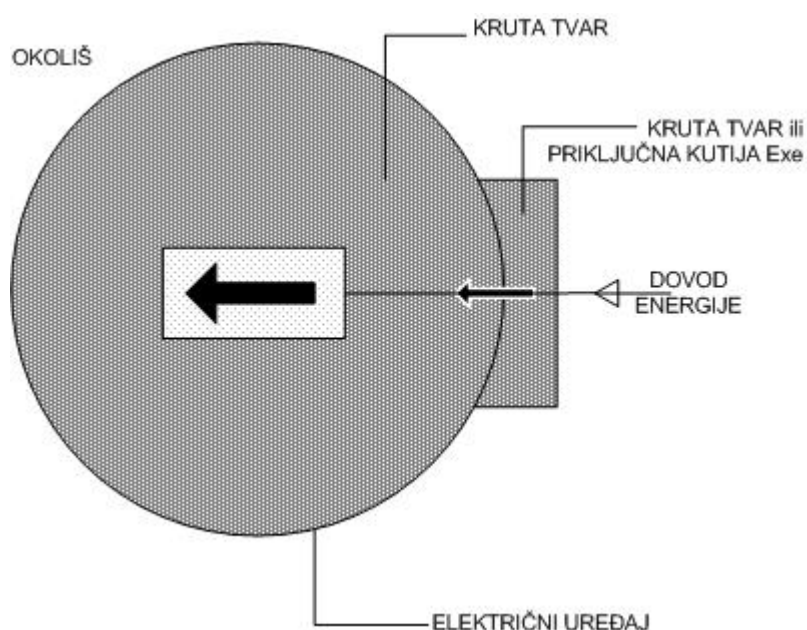


Slika 4.3 Prikaz izvedbe zaštite Exi uređaja dvjema Zener diodama [17]

#### 4.4.4. Punjenje krutim tvarima – Exm

Vrsta zaštite zalijevanjem ili punjenje krutim tvarima „m“ obrađeno je normom HRN EN 50028. Ova metoda podrazumijeva odvajanje uređaja od okolne eksplozivne smjese na način da se uređaj postavi u kućište koje se tijekom izrade zalijeva posebnom masom. Zalijevna masa treba biti vrsta, dobar izolator i otporna na zagrijavanje.

Slikom 4.4 dan je shematski prikaz zaštite izvedene postupkom zalijevanja „m“.



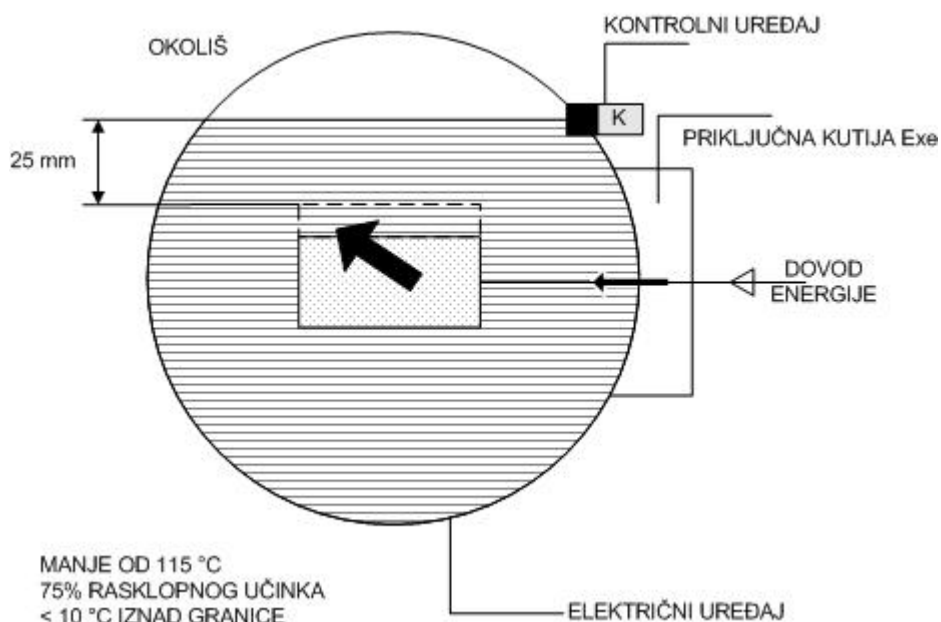
**Slika 4.4** Shematski prikaz Exm zaštite



#### 4.4.5. Uranjanje u tekućine – Exo

Metoda uranjanjem, oba ena normom HRN EN 50014 povoljna je za uređaje koji se ne pomiču u ili premještaju. Ovim postupkom odvaja se uređaj od eksplozivne atmosfere uranjanjem uređaja u odgovarajuću tekućinu koja mora biti nadzirana. Zato svaki uređaj treba imati indikator na kojem je vidljiva minimalna, maksimalna i sigurnosna razina tekućine. Zaštitno sredstvo ove metode je mineralno<sup>7</sup> ulje, koje treba imati dobra izolacijska svojstva a u radu ne smije oštetiti ni ometati rad uređaja.

Slikom 4.5 dan je shematski prikaz zaštite izvedene postupkom uranjanja „o“.



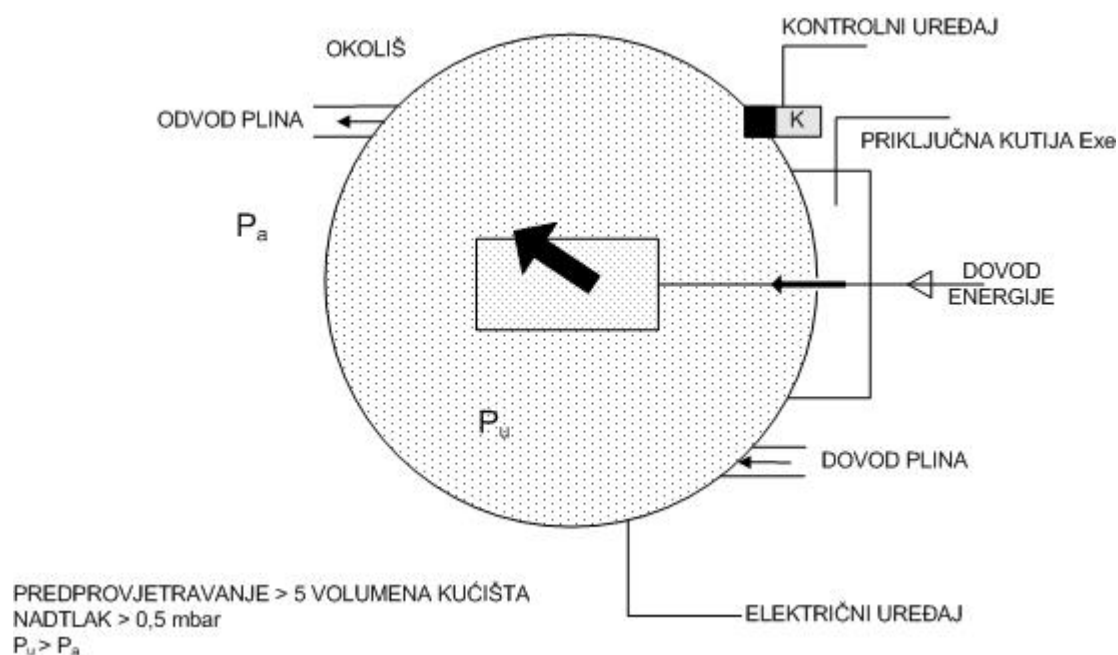
**Slika 4.5** Shematski prikaz Exo zaštite

<sup>7</sup> Sintetička ulja se razgrađuju djelovanjem električnog luka stvarajući zapaljive plinove i zato se ne smiju koristiti kao zaštitni medij.

#### 4.4.6. Nadtlak – Exp

Poput metode zalijevanja i uranjanja, nadtlak je metoda koja onemogućuje kontakt eksplozivne smjese i šti enog ure aja. Norma HRN EN 50016 obra uje metodu nadtlaka, a osnova ove zaštite je da je šti eni ure aj postavljen u ku ište koje pod povišenim tlakom nezapaljivog plina (viši tlak nego okolne atmosfere). Tako je onemogućen dodir eksplozivne atmosfere s šti enim ure ajem, no u slu aju nestanka nadtlaka ure aj mora se isklju iti napajanje ure aja. To podrazumijeva postojanje odgovaraju eg ku išta koje može izdržati nadtlak, negorivi zaštitni plin te ure aj za nadzor nadtlaka.

Slikom 4.4 dan je shematski prikaz zaštite izvedene postupkom nadtlaka „p“.

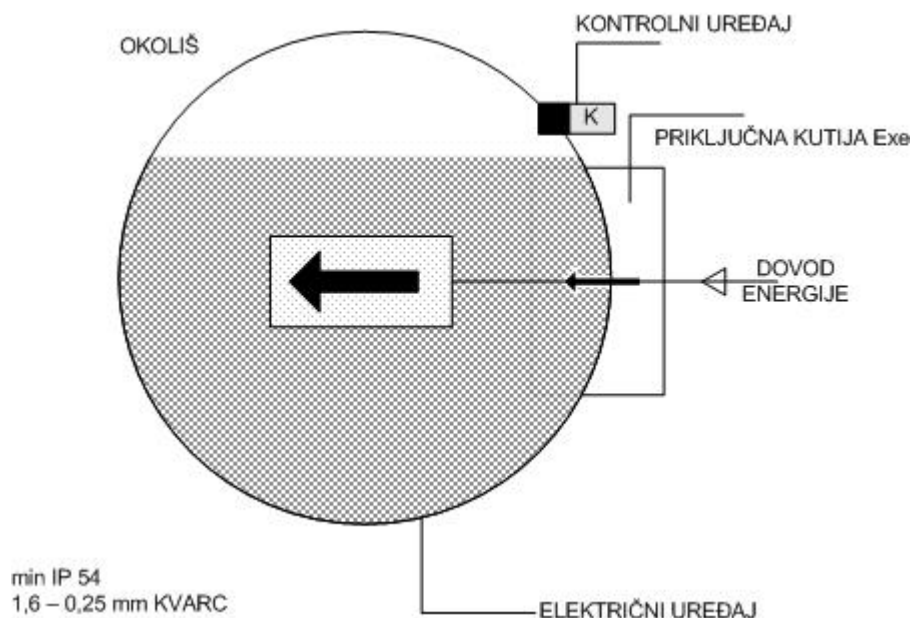


**Slika 4.6** Shematski prikaz *Exp* zaštite

#### 4.4.7. Punjenje pijeskom – Exq

Normom HRN EN 50017 postavljena je metoda punjenja pijeskom. Ova se metoda može koristiti kod ure aja koji nemaju pokretnih dijelova. Zasipavanjem ure aja kvarcnim pijeskom ili staklenim kuglicama smanjuje se koli ina topline koja se prenosi na površinu ure aja u dodiru s eksplozivnom smjesom. Kod ove metode potrebno je osigurati adekvatno ku ište, izolacijski materijal koji nije higroskopan te nadzorni ure aj.

Slikom 4.4 dan je shematski prikaz zaštite izvedene postupkom punjenja „q“.



Slika 4.7 Shematski prikaz Exq zaštite

#### 4.4.8. Posebne vrste zaštite – Exn i Exs

U praksi se tako er javljaju ure aji kategorije „n“ i „s“ ije je korištenje dopušteno u ugroženim prostorima zone 2. To su ure aji razvrstani u kategoriju naro ite vrste zaštite, a trebaju se ispitati u eksplozivnoj atmosferi u skladu s IEC79-0 direktivom.

#### 4.5. Kemijska reakcija

Egzotermnim reakcijama oslobađa se znatna količina toplinske energije, pri čemu se tada može postići i temperatura dovoljna za paljenje eksplozivne smjese. Reakcijom karbidne prašine s vodom postiže se temperatura do 1000 °C, što je dovoljno za paljenje većine zapaljivih plinskih smjesa.

Alkalijski metali (Na, K, Ce, Ru, Li) snažno oksidiraju na zraku pri čemu se oslobađa velika količina toplote. Reakcija navedenih elemenata s vodom je još burnija, što dovodi do paljenja i eksplozije tih metala. Zbog toga se kemikalije i metali koji mogu uzrokovati paljenje i eksploziju čuvaju u odgovarajućim posudama s kojima treba pažljivo rukovati.

#### 4.6. Statički električar

Statički električar je najstarijih pojava električnosti uzrokovana ljudskim djelovanjem. Ova pojava javlja se uslijed poremećaja električne ravnoteže atoma. Gubitkom ili dobivanjem elektrona tijelo postaje polarizirano što rezultira pojavom električnog polja. Električni naboji istog predznaka se odbijaju a suprotnog privlače, pa se tako ponaša i električno polje.

Materijale dijelimo u dvije skupine: vodiče i izolatore. Vodiči su svi materijali (plinovi, tekućine i krutine) čiji je otpor manji od  $10^6$  i oni lako otpuštaju i vode slobodne elektrone, za razliku od izolatora kod kojih se naboj zadržava na mjestu nastanka. Dok se kod vodiča naboj može odvesti uzemljenjem, kod izolatora naboj ostaje na površini usprkos uzemljenju.

Naboj nakupljen na površini nekog predmeta može inducirati elektrostatiki naboj na vodljivom tijelu. Ako se u blizini nađu dva nabijena tijela, između njih će postojati razlika potencijala ili napon. Zbog djelovanja napona nabijena tijela pokazuju težnju izjednačavanja potencijala tj. da tijela dođu u stanje ravnoteže. Ukoliko je razlika potencijala dovoljno velika, uzrokovat će privlačenje naboja, što rezultira odvajanjem naboja od tijela prema drugom tijelu, uslijed čega se događa prijelaz naboja kroz zrak u obliku iskre koja može biti dovoljno visoke temperature da zapali okolnu eksplozivnu smjesu.

##### 4.6.1. Statički električar u industriji

U tehnološkom procesu u kojem se nevodljiv materijal (gumena traka, papir, plastika, tekstil) kreće ili klizi preko remenica ili valjaka stvara se statički električar. Na mjestu na kojima se naglo razdvaja ploha izolacijskog materijala od valjka ili remenice, dolazi do razdvajanja naboja. Obzirom da je valjak ili remenica uzemljena, naboj se odvodi u zemlju, no na remenu

ostaje nakupljen zbog njegovog izolacijskog svojstva. Stvaranje naboja nije moguće spriječiti, no može se spriječiti njegovo nakupljanje.

Pri transportu ugljena ili žitarica, ako transportne trake nisu vodljive postoji opasnost paljenja prašine. Protjecanjem tekućine kroz cijevi i otvora (pumpanje, pretakanje, filtriranje, miješanje) slojevi tekućine se međusobno ili o stijenke cijevi, pri čemu se oslobađaju statički naboj. Treba napomenuti da protjecanje tekućine kroz metalne uzemljene cijevi ne izaziva opasnost jer se naboj odvodi na zemlju, no problem nastaje ako je dio cijevi izoliran i naboj nema kamo biti odveden.

Autocisterne je vodljiva, no gumena kota i dobar izolator. Prilikom punjenja ili pražnjenja cisterne zbog trenja između slojeva tekućine pojavljuju se slobodni elektroni koji mogu stati na naboj. Isto tako tijekom vožnje, zbog kretanja tekućine u spremniku pojavit će se naboj na cisterni. Prilikom dolaska na punilište ili mjesto istovara, javlja se pražnjenje preko tijela vozača pri izlasku iz vozila ili kod priključivanja cijevi.

Izlaženjem plinova i para kroz cijevi može se pojaviti naboj. Isto tako na ljudima u njihovoj odjeći od sintetičkog materijala može se nakupiti naboj napona od preko tisuću volti. Tablica 4.6 prikazuje veličine napona raznih nevodljivih materijala koji nastaju elektrostatičkim nabijanjem.

**Tablica 4.6** Prikaz veličine napona nastao elektrostatičkim nabijanjem [17]

NABIJANJE	NAPON [V]
čovjek koji hoda s gumenim potplatima	1000
čovjek koji hoda s gumenim potplatima po tepihu	14000
Vuna pri preradi	3700
Sintetička vlakna pri preradi	9000
Papir u papirnim strojevima	do 135000
Guma u strojevima za rezanje	150000
Benzin pri slobodnom padu	4000
Plinovi pri strujanju iz plinskih boca	9000

#### 4.6.2. *Zaštita od statičkog električnog naboja*

Da bi se zaštitili od elektrostatičkog naboja, treba onemogućiti skupljanje elektrostatičkog naboja što se najčešće rješava na ove načine:

- spajanjem svih vodljivih dijelova i elektrostatički uzemljiti nevodljive dijelove,
- izbjijanje statičkog naboja,
- oklapanje vodljivom uzemljenom mrežom,
- vlaženje.

Nevodljivi materijali se ne smiju upotrebljavati u eksplozivno ugroženom prostoru. Ukoliko nije moguće izbjeći njihovu upotrebu, potrebno je osigurati sprečavanje nakupljanja naboja odgovarajućim metodama, ako to tehnološki ili funkcionalni uvjeti dopuštaju.

Povećanje relativne vlage na 60 – 70 % predmeti upijaju vlagu, čime se onemogućuje pojava statičkog električnog naboja. Uvođenjem mlaza pare ili raspršenih kapljica vode u sustav ventilacije povećava se vlažnost zraka a time onemogućuje nakupljanje naboja. Ovakav pristup je čest kod proizvodnje papira, tkanina i vlakana.

## 5. PREGLED OPREME POSTROJENJA BIOTRON d.o.o.

U ovom poglavlju prikazana je postavljena neelektrična oprema u pogonu postrojenja za preradu biodizela: Biotron d.o.o. – pogon Ozalj. Uzimajući u obzir količinu prisutnih medija i ventilaciju pogona napravljena je kategorizacija (zonifikacija) ugroženih prostora, no radi lakšeg poimanja daljnjeg teksta potrebno je predložiti pogon i objasniti tehnološki proces. Kasnije će se opisati problematika izdvojene opreme te navesti njihove prednosti i nedostatke.

### 5.1. Opis postrojenja

Pogon firme Biotron d.o.o. smješten je na samom rubu grada Ozlja gdje se kao katalizator koristi metanol, pa postoji realna opasnost od moguće eksplozije i požara.

**Tablica 5.1** Prikaz postrojenja Biotron d.o.o.



#### 5.1.1. Smještaj

Lokacija građevine postrojenja za proizvodnju biodizela nalazi se na periferiji grada Ozlja na adresi Karlovačka cesta 124. Zgrada je smještena u krugu Biotron d.o.o. kao samostojeća

zelena zgrada tlocrtne površine 580 m<sup>2</sup>. Pored pogona smješteno je podzemno skladište sirovina (degumirano<sup>8</sup> ulje) i derivata (biodizel).

### 5.1.2. Tehnološki proces

Sirovina za proizvodnju „biodizela“ su biljna ulja, repi ino i sojino ulje, te reciklirano otpadno jestivo ulje („FRITO“). Sirovine (ulja) dopremaju se cisternama i skladište se u podzemne posude (svaka vol. 100 m<sup>3</sup>) a FRITO ulje se prima u odgovaraju i spremnik (100 m<sup>3</sup>).

Tehnološki postupak proizvodnje metilestere masnih kiselina FAME (biodizel) može se podijeliti u nekoliko osnovnih cjelina, sa slijede im redoslijedom:

1. Skladištenje biljnih ulja
2. Priprema otopine katalizatora i njeno skladištenje
3. Rafinacija ulja
4. I faza transesterifikacije
5. II faza transesterifikacije
6. Vakuum uparavanje metanola
7. Ekstrakcija sapuna – faza I, II i III
8. Centrifugiranje
9. Vakuum destilacija vode (sušenje FAME)
10. Aditiviranje FAME
11. Filtriranje i skladištenje FAME

Prije prerade FRITO ulje se obrađuje zagrijavanjem i sušenjem te uklanjanjem tekućina u vakuumskoj uparivačkoj stanici, nakon čega ulazi u napojnu posudu („pufer tank“) sirovine. Za postupak transesterifikacije triglicerida masnih kiselina u metilestere masnih kiselina FAME, kao katalizator koristi se otopina NaOH ili KOH u bezvodnom metanolu što daje egzotermnu reakciju gdje nastaje katalizator: NaOCH<sub>3</sub> – natrijev metilat ili KOCH<sub>3</sub> – kalijev metilat.

Rafinacija ulja obavlja se u reaktoru – vertikalnoj cilindričnoj posudi s miješalicom, odakle se prebacuje u separator iz kojeg se sadržaj izdvaja i prebacuje u reaktor gdje se priprema

<sup>8</sup> Degumiranim uljem se podrazumijeva svaka sirovina koja zadovoljava osnovne uvjete i propisane norme, koja se može koristiti za rafinaciju biodizela.



glicerinsko ekološko gorivo. U tehnološkom postupku dobivanja metilestera viših masnih kiselina iz biljnih ulja, odvijaju se kemijski procesi koji rezultiraju dobivanjem FAME.

U II fazi transesterifikacije, u prisustvu svježe dodane količine metanola i katalizatora, nakon uklanjanja najvećeg dijela glicerina (nastalog u I fazi transesterifikacije), ponovo se intenzivira transesterifikacija. Zagrijani sirovi FAME prebacuje se u reaktor druge faze u koji se dodaje otopina katalizatora u metanolu, te dolazi do reakcije reaktanata neizreagiranih triglicerida iz ulja + metanol, pa uz natrijev metilat, nastaju metil esteri masnih kiselina (FAME) i glicerol. S dna reaktora sadržaj se prebacuje u separator gdje se na dnu odvaja glicerol koji se šalje u reaktor gdje se priprema glicerinsko ekološko gorivo.

Proces destilacije ima za cilj uklanjanje svih lako isparljivih materijala, koji se nalaze u sirovom FAME (metanol i voda). Kasnije se dodaju antioksidansi i aditivi radi boljih svojstava upotrebe i skladištenja.

#### ***Napomena:***

Zatvoreni proces proizvodnje biodizela kao i nus produkta glicerinskog goriva odvija se na temperaturama znatno ispod temperatura paljenja ulja i biodizela ali iznad temperatura paljenja metanola i glicerinskog goriva što je i vidljivo u tablici 5.2.

**Tablica 5.2** Temperature paljenja za pojedine medije

MEDIJ	TEMPERATURA PALJENJA [°C]
Ulje (sojino, repičino, frito)	310 – 320
Glicerol	10 – 12
Metanol	8 – 11
Aditiv	72
Biodizel (FAME)	120 – 130

#### ***5.1.3. Elektroenergetika, upravljanje i instalacije***

Napajanje pogona je izvedeno iz trafo stanice TS do glavnog ormara RH. Napajanje potrošača proizvodnog dijela izvedeno je iz razvodnog ormara RT1, smještenog u prostoriji u prizemlju uz komandnu prostoriju. Ormar RT1 napaja se iz glavnog ormara RH.

Oprema za napajanje i upravljanje ventilacijom izvedena je u ormaru RV1, koji je smješten u prostoriji el. razvoda. Napajanje ormara RV1 je iz glavnog ormara RH. Napajanje ure aja rasvjete i ventilacije je izvedeno iz ormara RV1.

Ventilacija se uklju uje ru no i njezin rad je signaliziran na prednjim vratima ormara RV1. Ventilacija se u slu aju kvara (istjecanje metanola) uklju uje automatski. Prisutnost istjecanja metanola registrira 6 senzora (detektora) za otkrivanje metanola. U slu aju prisutnosti metanola, u automatskom režimu se odmah uklju uje dodatna ventilacija pri emu se stanje signalizira svjetlosnim putem na vratima RV1 i zvu nim u komandnoj prostoriji. Upravljanje ventilacije izvedeno je automatskim ure ajem LOGO (Siemens). Informacije o radu ventilacije i o istjecanju metanola proslje uje se u ure aj SIMATIC u RV1.

Iz ormara RT1 napajaju se svi el. motori. Motori sa frekventnim pretvara em imaju termistorsku zaštitu PTC preko termistor releja u ormaru RT1. Elektro motori vij anih crpki imaju u statoru motora termi ki senzor Pt 100. Iz ormara RT1 riješeno je napajanje regulacijskih ventila.

Ure aj – frekventni pretvara se automatski isklju uje kod preoptere enja, kratkog spoja ili termi kog optere enja motora.

Zaštita el. motora od preoptere enja predvi ena su sa karakteristikama motornih prekida a. Zaštita opreme predvi ena je na na in da se nakon iskapanja u pogonu, oprema izvorno automatski ne može uklju iti.

Davanje podataka o položaju ventila osiguravaju indukcijski senzori, iji signali su dovedeni u RT1 na ulazne kartice automata SIMATIC. Za sakupljanje podataka iz eksplozivnog ugroženog prostora koriste se decentralizirane periferije SIMATIC ET 200 i SP – Siemens. Upravljanje je predvi eno industrijskim automatskim ure ajem SIMATIC S7-315-2DP (Siemens).

Kao rezervni izvor napajanja elektri nom energijom postavljen je samostoje i dizel elektri ni agregat za automatski/ru ni rad, snage 28 kVA, 400 V koji je smješten u ku ištu za vanjsku montažu, pokraj trafostanice. Time je osigurano rezervno napajanje (automatsko prekapanje u slu aju nestanka mrežnog napona. Zbog osiguranja rada najvažnijih potroša a za hla enje, u slu aju nestanka mrežnog napona iz RT1, motori M-99 A i B te crpka M25 napajaju se iz RV1, odnosno iz dizel el. agregata.

U slučaju opasnosti od požara glavna sklopka ormara RH isključuje se tipkalom smještenim na vratima ormara. Ovo tipkalo također isključuje sklopnik dizel agregata, uređaj UPS i napajanje upravljačkih krugova 24 V AC i 24 V DC.

Za slučaj opasnosti u pogonu, predviđeno je postavljanje nekoliko tipkala za ručno isključivanje glavne sklopke u RT1. Tipkala su postavljena na zid izvan prostorije, pored izlaznih vrata. Ponovno uključivanje glavne sklopke je ručno, na ormaru. I u tom slučaju ostaje u radu funkcionalno napajanje sustava ventilacije, kao i napajanje upravljačkog sustava. Kvarovi se signaliziraju zvučnim signalom.

#### **5.1.4. Instalacije za zaštitu od munje i uzemljenje**

Za građevinu postrojenja za proizvodnju biodizela izveden je temeljni uzemljivač FeZn trakom  $40 \times 4$  mm. Armatura temelja povezuje se na temeljni uzemljivač. S temeljnog uzemljivača izvedeni su izvodi za mjerne spojeve, spojeve na vanjsko uzemljenje i spojeve na razvodne kutije za uzemljenje glavnog ormara RH (sabitnica PE). Mjerni spojevi postavljeni su na fasadi, a vertikalni vodovi položeni ispod vanjske obloge. Po fasadi je položena traka  $25 \times 3$  mm, a po krovu eline pocinane šipke debljine 8 mm. Uzemljenje građevine je izvedeno na 5 mjesta i povezano sa uzemljenjem susjednih objekata FeZn trakom  $25 \times 4$  mm. Svi spojevi u zemlji su izvedeni se spajanjem u zaštitnoj kutiji, a uzemljivač je povezan sa svim metalnim masama u krugu građevine prema zahtjevima Tehničkog propisa za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama i pripadnim normama. [20]

#### **5.1.5. Ventilacijski sustav**

Postrojenje radi i nadzire se u kontinuiranom radu. Kontinuirano praćenje parametara rada postrojenja za proizvodnju biodizela i pomoćnih pogona uz stalni nadzor omogućuje brzo i rano otkrivanje poremećaja u procesu proizvodnje i eventualnog požara. Dojava požara predviđena je putem telefona Javnoj vatrogasnoj postrojbi Karlovac i DVD-u Ozalj „A“ kategorije. U kontrolnoj prostoriji za upravljanje i nadzor tehnološke proizvodnje osigurano je 24 satno dežurstvo.

Prema proračunima Ex – Agencije pogonski prostor opremljen je sustavom ventilacije stupnja SRV<sup>9</sup>, raspoloživost dobra. Ventilacijski sustav zatvorenih prostora je mjera primarne zaštite. U normalnom radu rade 2 tla na ventilatora i 2 odzračna ventilatora. Pojavom prvog stupnja

---

<sup>9</sup> Srednje raspoloživa ventilacija – dostatna za smanjivanje opasnosti na najmanje opasnu zonu II.

opasnosti pove anja metanola što otkrivaju detektori metanola, uklju uju se dodatni ventilatori (po jedan tla ni i jedan ispušni) ime se pove ava protok i izmjena zraka u prostoriji. Ukoliko ta mjera nije dovoljna i ne zaustavlja rast koncentracije metanola, automatski se gasi pogon. Kad ventilacijom nisu pokriveni traženi uvjeti sigurnosti pogona, tada se uvode mjere sekundarne zaštite (kao što su predventilacija, pove ani broj izmjene zraka i dr.). Rad ventilacije je osiguran iz dva neovisna elektro-energetska izvora.

Izvedba elektri nih ure aja u pogonu za proizvodnju biodiesela, katalizatoru i destilaciji u potpunosti zadovoljava zahtjeve traženih normi s podru ja protueksplozijske zaštite i u skladu s tim, svi elektri ni ure aji i aparati, svjetiljke i sl. imaju minimalni stupanj protueksplozijske zaštite II A T2, a za neelektri ne ure aje II 3G, te posjeduju važe e ateste i ispravno su instalirani (za zonu 1 i zonu 2).

#### ***Napomena:***

Obzirom da se u reaktor R5 vre ama u dijelu procesa dodaje praškasti katalizator (NaOH ili KOH), potrebno je voditi ra una da se prašina svakodnevno uklanja sa elektri ne i neelektri ne opreme. Taloženjem prašine na opremu i ure aje došlo bi do nedozvoljenog zagrijavanja i mogu nosti zapaljenja i zato su postavljeni dodatni štitnici prašine.

#### ***5.1.6. Procjena uzro nika paljenja neelektri ne opreme***

Za tehni ko nadgledanje Ex – Agencije bilo je potrebno pripremiti procjenu uzro nika paljenja neelektri ne opreme u postrojenju za proizvodnju biodiesela, katalizatoru, destilaciji. Kao mogu i neelektri ni uzro nici paljenja pregledane su sljede e vrste ure aja: pumpe, miješalice i ventilatori, sukladno normi HRN EN 13463-1, a prema uzro nicima paljenja navedenih u HRN EN 1127-1.

Postoje a neelektri na oprema je ugra ena sa zaštitom kategorije II 3G (sve pumpe i ventilatori u zonama opasnosti) osim navedenih ure aja:

- Reduktor miješalice M23 – Siemens-Flender tip: 2 KG 14
- Vij ana pumpe M7 i M8 – MPD tip: PAK 32 – 2 KM/90L – 2

Prilikom puštanja pogona u rad 2006. godine, uo eni su potencijalni problemi koji su se riješili ugradnjom navedene miješalice M23 i zamjenom pumpi na poziciji M7 i M8. Kako su

ove norme donesene 2008. godine u suradnji s firmom EL-EKS napravljene su odgovarajuće procjene uzroka paljenja i time se prihvatila ugradnja navedenih uređaja.

#### **5.1.7. Uzroci požara**

Prema podacima Hrvatske vatrogasne zajednice [21] najčešći uzroci požara (preko 80 %) je čovjek. Pošto zbog već spomenutih medija postoji opasnost od nastanka požara i eksplozije, radnici su svjesni moguće opasnosti te su osposobljeni na odgovarajući način. Kao vrsta osobnih zaštitnih sredstava koriste se antistatička radna odijela i cipele, a ako se radi u pogonu to rade ovlaštene osobe (sa redovitim ovlaštenjem Ex – Agencije).

Prema HVZ [21] najčešći uzroci požara obzirom na inicijalnu energiju su (u zagradi su navedeni okvirni postoci, tj. u kolikom se postotku od ukupnog broja požara javlja ovaj uzrok):

##### **1. Toplinska energija (64 %)**

- a. otvorena vatra: šibice, svijeće, upaljač, aparat za zavarivanje i rezanje (33 %)
- b. gorivi dijelovi stvari: opušak, žar, streljivo, pirotehnički materijal (20 %)
- c. ložišta i dimnjaci (9 %)
- d. postrojenja za zagrijavanje (2 %)

##### **2. Električna energija (15 %)**

- a. kratki spoj, udar groma, preopterećenje vodova (12 %)
- b. termički aparati i uređaji: štednjaci, kaloriferi, termoakumulacione peći (2 %)
- c. grijanje tijela: žarulja, bojler, stroj za pranje rublja (1 %)

##### **3. Kemijska energija (1%)**

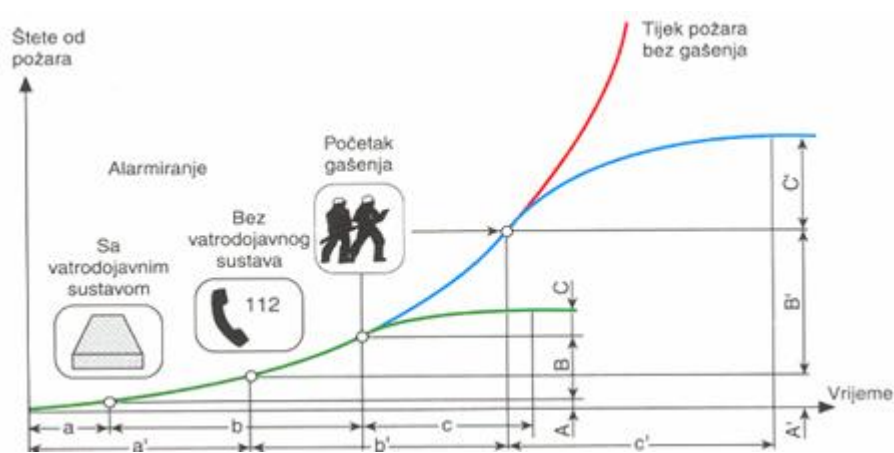
- a. kemijska reakcija, samozagrijavanje, samoupala i eksplozije

##### **4. Mehanička energija (1%)**

- a. trenje, brušenje, iskrenje, udar, tlak

##### **5. Neutvrđen uzrok (18 %).**

Kao što se može zaključiti, većina požara je izazvana nehajno ili nedostatnim znanjem, a analizom požara često se pojavljuje nered i neistota kao jedan od razloga velike štete. To su elementi koji se lako mogu ukloniti i time smanjiti mogućnost nastanka požara. Prema slici 3.1 vidljivo je da se pravovremenom reakcijom može bitno smanjiti moguća šteta.



Slika 5.1 Dijagram štete [22]

## 5.2. Popis neelektri ne opreme instalirane u ugroženom prostoru

Tablica 5.3 Prikaz neelektri ne opreme smještene u prostoru ugroženom eksplozivnom atmosferom

Prostor ugrožen eksplozivnom atmosferom:		Biotron d.o.o. - Postrojenje za proizvodnju biodizela		Zona opasnosti:	2	Skupina plinova:	IIA	Temperaturni razred plina:	T3	Dio broj:	1
NEELEKTRI NA OPREMA U ZONAMA OPASNOSTI											
Red. br.	Proizvo a / Naziv ure aja	Tehnološka oznaka	Nazivni podaci	Tip ure aja	Br. kom.	Serijski br. ure aja	DOKUMENTI OCJENE SUKLADNOSTI Ex ZAŠTITE			PRIMJEDBE I NAPOMENE	
							PROIZVO A		Ex-AGENCIJA		
							Oznaka Ex-zaštite	Dokument	Oznaka Ex -zaštite		
1.	"ROSENBERG" Ventilator	M 102 M 104 M 106	IP 44	DQ 450-4	3	S07137647/1 S07137647/2 S07137647/3	II 3G c IIB T3	Declaration of Conformity	/	✓	
2.	"MPD" Crpka	M 7 M 8	/	PAK-32- ZKM	2	082079 071635	/	/	/	✓ (1)	
3.	"MICROPUMP" Crpka	M 24 M 18 M 19	/	GC- M35.JVS6	3	1411987 1215595 1215597	II 2GD c	Declaration of Conformity File Nr. 03ATEX335	/	✓	
4.	"GEMU" Pneumatski aktuator	Od BV 43 do BV 47	T <sub>max</sub> = 95 °C p=6 bar M=159 Nm	SC00220-6	5	06439622N 06439624N	II 2GD	Declaration of Conformity Tech. file. ATEX 03AT	/	✓	
5.	"VIKING PUMP" Crpka	M 11	/	AL 4195	1	541354	II 2GD T4	Declaration of Conformity 28.07.2006. Baseefa 03 ATEX 0269DR	/	✓	
6.	"VIKING PUMP" Crpka	M 5 M 6 M 10 M 20	/	HL 4197	4	540892 540893 540894 540895	II 2GD T4	Declaration of Conformity 28.07.2006. Baseefa 03 ATEX 0269DR	/	✓	

## Napomena:

- 1) Za predmetne crpke dostavljena je tehni ka dokumentacija (navedena u Prilogu) s procjenom uzro nika paljenja u cilju prihva anja crpki za rad u ugroženom prostoru.

Prostor ugrožen eksplozivnom atmosferom:	Biotron d.o.o. - Postrojenje za proizvodnju biodizela	Zona opasnosti:	2	Skupina plinova:	IIA	Temperaturni razred plina:	T3	Dio broj:	2
------------------------------------------	-------------------------------------------------------	-----------------	---	------------------	-----	----------------------------	----	-----------	---

## NEELEKTRI NA OPREMA U ZONAMA OPASNOSTI

Red. br.	Proizvođa / Naziv uređaja	Tehnološka oznaka	Nazivni podaci	Tip uređaja	Br. kom.	Serijski br. uređaja	DOKUMENTI OCJENE SUKLADNOSTI Ex ZAŠTITE			PRIMJEDBE / NAPOMENE
							PROIZVOĐA		Ex-AGENCIJA	
							Oznaka Ex-zaštite	Dokument	Oznaka Ex-zaštite	
7.	"ALPHAIR" Pneumatski aktuator	Od BV 1 do BV 27	p=8 bar T <sub>amb</sub> = -20°C do + 80 °C	AP063G	27	/	II 2G c T <sub>max</sub> =95°C	Declaration of Conformity 29.12.2009. No. 0123, TUV	/	✓
8.	"ALPHAIR" Pneumatski aktuator	Od BV 28 do BV 40	p=8 bar T <sub>amb</sub> = -20°C do + 80 °C	AP075G	13	/	II 2G c T <sub>max</sub> =95°C	Declaration of Conformity od 29.12.2009. No. 0123, TUV	/	✓
9.	"ALPHAIR" Pneumatski aktuator	Od BV 41 do BV 50	p=8 bar T <sub>amb</sub> = -20°C do + 80 °C	AP100G	9	/	II 2G c T <sub>max</sub> =95°C	Declaration of Conformity 29.12.2009. No. 0123, TUV	/	✓
10.	"ALPHAIR" Pneumatski aktuator	Od BV 51 do BV 57	p=8 bar T <sub>amb</sub> = -20°C do + 80 °C	AP125G	6	/	II 2G c T <sub>max</sub> =95°C	Declaration of Conformity 29.12.2009. No. 0123, TUV	/	✓
11.	"NETZSCH" Crpka	M 39	p=8 bar T=68 °C Q=2 m <sup>3</sup> /h	NM038BY 702S12B	1	370902	II 2G c IIB T3	Declaration of Conformity 10.02.2006. IBExU0010	/	✓
12.	"InterApp" Pneumatski aktuator	BV 63	p=8 bar T <sub>amb</sub> = -20°C do + 80 °C	IA300 S12	1	06408619	II 2G c T <sub>max</sub> =95°C	ATEX 03 AT	/	✓
13.	"SIGMA" Crpka	M 46	H=11 m Q=0,5 L/s	20-SVA-1- LM-082-9	1	1231071	II 2G c IIB T4	Declaration of Conformity 3.5.2004. FTZU	/	✓
14.	"PACKO" Crpka	M 15	H=20 m Q=25 m <sup>3</sup> /h	ICP 2/40- 125/302	1	58736	II 2G T1 - T4	Dokumentacija odrađenoog servisa: "Servis Cerovi " 1.10.2012.	/	✓
15.	"NETZSCH" Crpka	M 13	p=5 bar T=63 °C Q=2,8 m <sup>3</sup> /h	NM031BY 01L06B	1	370996	II 2G c IIB T3	Declaration of Conformity 10.02.2006. IBExU0010	/	✓



Prostor ugrožen eksplozivnom atmosferom:	Biotron d.o.o. - Postrojenje za proizvodnju biodizela	Zona opasnosti:	2	Skupina plinova:	IIA	Temperaturni razred plina:	T3	Dio broj:	3
------------------------------------------	-------------------------------------------------------	-----------------	---	------------------	-----	----------------------------	----	-----------	---

## NEELEKTRI NA OPREMA U ZONAMA OPASNOSTI

Red. br.	Proizvođa / Naziv uređaja	Tehnološka oznaka	Nazivni podaci	Tip uređaja	Br. kom.	Serijski br. uređaja	DOKUMENTI OCJENE SUKLADNOSTI Ex ZAŠTITE			PRIMJEDBE / NAPOMENE
							PROIZVOĐA		Ex-AGENCIJA	
							Oznaka Ex-zaštite	Dokument	Oznaka Ex-zaštite	
16.	"NETZSCH" Crpka	M 30 M 34	p=2 bar T=63 °C Q=0,5 m³/h	NM021BY0 2S12B	2	43001545 43070918	II 2G c IIB T3	Declaration of Conformity 10.02.2006. IBExU0010	/	✓
17.	"NETZSCH" Crpka	M 21 M 22 M 27 M 28 M 29	p=5 bar T=63 °C Q=0,5 m³/h	NM021BY0 2S12B	5	370932 370933 370934 370667 370892	II 2G c IIB T3	Declaration of Conformity 10.02.2006. IBExU0010	/	✓
18.	"NETZSCH" Crpka	M 40	p=8 bar T=80 °C Q=2 m³/h	NM038BY0 2S12B	1	370903	II 2G c IIB T3	Declaration of Conformity 10.02.2006. IBExU0010	/	✓
19.	"NETZSCH" Crpka	M 2 M 3 M 4	p=2 bar T=63 °C Q=24 m³/h	NM053BY0 1L063	3	371388 371411 371412	II 2G c IIB T3	Declaration of Conformity 10.02.2006. IBExU0010	/	✓
20.	Miješalica	M 23 M 90 M 91 M 92 M 93 M 94 M 95 M 96 M 97	/	/	8	/	/	/	/	✓ (2)

## Napomena:

- 2) Ugrađene miješalice se nalaze u zatvorenim posudama pokretane preko reduktora. Spoj miješalice i posude je brtvljen. Miješalica je oslonjena na kugli ni ležaj koji je na vanjskom dijelu posude. Kugli ni ležaj podmazan je maš ulu preko mazalica a procedura i periodika podmazivanja se obavlja prema uputama proizvođača. Miješalice nemaju označenu ploču s imenom proizvođača i nazivnim podacima.

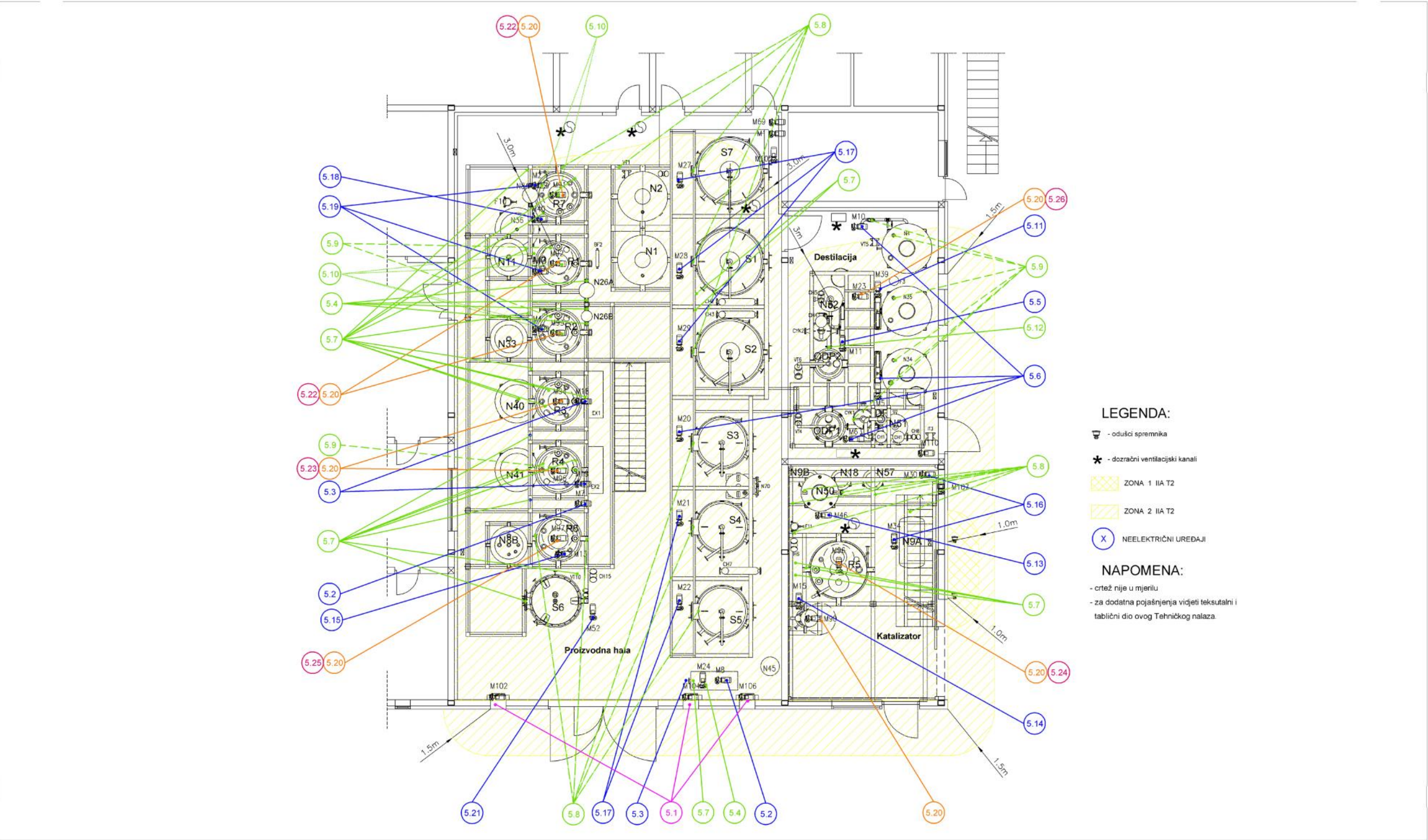
Prostor ugrožen eksplozivnom atmosferom:	Biotron d.o.o. - Postrojenje za proizvodnju biodizela	Zona opasnosti:	2	Skupina plinova:	IIA	Temperaturni razred plina:	T3	Dio broj:	4
------------------------------------------	-------------------------------------------------------	-----------------	---	------------------	-----	----------------------------	----	-----------	---

## NEELEKTRI NA OPREMA U ZONAMA OPASNOSTI

Red. br.	Proizvođa / Naziv uređaja	Tehnološka oznaka	Nazivni podaci	Tip uređaja	Br. kom.	Serijski br. uređaja	DOKUMENTI OCJENE SUKLADNOSTI Ex ZAŠTITE			PRIMJEDBE / NAPOMENE
							PROIZVOĐA		Ex-AGENCIJA	
							Oznaka Ex-zaštite	Dokument	Oznaka Ex-zaštite	✓, - (1..)
21.	"HILGE" Crpka	M 52	Q=5 m <sup>3</sup> /h H=32 m	CONTRA-I/3	1	101/07/36028	II 3G c TX	Declaration of Conformity 05.10.2006.	/	✓
22.	"NORD" Reduktor	M 91 M 92 M 93	n <sub>1</sub> =1445 min <sup>-1</sup> n <sub>2</sub> =252 min <sup>-1</sup>	3282AG /36-132 S/4 /2G	3	67055 17224 00 1 67055 17224 00 2 67055 17224 00 3	II 2GD T3X	Declaration of Conformity 16.09.2003.	/	✓
23.	"NORD" Reduktor	M 94 M 95	n <sub>1</sub> =1405 min <sup>-1</sup> n <sub>2</sub> =68 min <sup>-1</sup>	1282AG /3G-80 L/4 /2G	2	65103 62124 00 1 65103 62124 00 2	II 3GD T3X	Declaration of Conformity 16.09.2003.	/	✓
24.	"NORD" Reduktor	M 96	n <sub>1</sub> =1435 min <sup>-1</sup> n <sub>2</sub> =250 min <sup>-1</sup>	3282AG /3G-112 M/4 /2G	1	67055 17243 00 1	II 3GD T3X	Declaration of Conformity 16.09.2003.	/	✓
25.	"NORD" Reduktor	M 97	n <sub>1</sub> =1465 min <sup>-1</sup> n <sub>2</sub> =270 min <sup>-1</sup>	4282AG /3G-132 M/4 /2G	1	67055 17237 00 1	II 3GD T3X	Declaration of Conformity 16.09.2003.	/	✓
26.	Reduktor	M 23	T <sub>max</sub> =40 °C	2KG14 S3	1	/	/	/	/	✓ (3)

## Napomena:

- 3) Za predmetni reduktor dostavljena je tehnička dokumentacija (navedena u Prilogu) s procjenom uzroka paljenja u cilju prihvatanja istog za rad u ugroženom prostoru.



Izdanje:	1	Tlocrt postrojenja, smještaj i raspored neelektričnih uređaja	Izradio:	Stjepan Peretin
----------	---	---------------------------------------------------------------	----------	-----------------

Slika 5.2 Tlocrt postrojenja, smještaj i raspored neelektričnih uređaja

Smještaj navedene opreme sa tablice 5.3 moguće je vidjeti na slici 5.2. Također, vidljivo je da ugrađena oprema zadovoljava oba uvjeta instalacije: skupinu plinova (IIA) i temperaturni razred (T3).

## 6. PLAN PREGLEDA POSTROJENJA BIOTRON d.o.o.

Prije odredivanja pravila pregleda i postupaka održavanja opreme, valja napomenuti da je pogon projektiran za rad od 333 dana u godini, a preostali dani su predviđeni za održavanje. Do 2012. godine pogon je održavan po korektivnom modelu, bez vođenja evidencija o nastalim kvarovima. U studenom 2011. godine napravljen je vizualni pregled opreme i određene su preventivne mjere zamjene dijelova koji su se pokazali kritičnim tijekom dosadašnjeg rada.

Zbog kontinuiranog rada kroz godinu, teško je implementirati naprednije sustave praćenja poput metode infracrvene termografije ili naprednije vibro dijagnostike. Način rada pogona podrazumijeva ulazak u pogon radi uzorkovanja proizvoda, što je iskorišteno za osnovni vizualni pregled. Ponekad nije moguće vizualno uočiti problem u pogonu, zato se kod pregleda treba oslanjati na sva čula. Uz vizualni pregled poremećaji u sustavu moguće je uočiti promjenom zvuka, glasnoćom i frekvencijom. Pojedini uređaji poput vijastih pumpi imaju pulsirajuć i način rada te treba znati raspoznati normalan način rada od greške u sustavu. Iako postoje mjerni uređaji tlaka i temperature, potrebno je poznavati proces i režim rada kako bi se ispravno mogli protumačiti očitani podaci.

Svi pogonski agregati (elektromotori) imaju mehaničku zaštitu od preopterećenja. Time su zaštićeni od pojave preopterećenja uređaja. Mehanička zaštita djeluje na principu bimetal koji se kod preopterećenja zagrije i isključuje elektromotor. Vijaste pumpe serije NEMO imaju dodatnu zaštitu pumpe u vidu kontaktne sonde koja reagira na oštećenje statora i zaustavlja rad elektromotora. Preostali uređaji robusnije su izvedbe i ukoliko se pojavi kvar reagira bimetal mehaničke zaštite i isključuje uređaj.

Kao optimalno rješenje na način održavanja uzet je model preventivnog održavanja uz intervencije popravka prema potrebi. Cilj je maksimalno iskoristiti period planiranog zastoja u zimskom periodu radi pripremanja pogona za iduću sezonu, što uključuje: zamjena statora vijastih pumpi serije NEMO na pozicijama M3 i M4, ispitivanje električne opreme, podmazivanje ležajeva miješalica i nadolijevanje ulja u dozirne posude reduktora. Uz navedene radove potrebno je obaviti išćenje protokomjera, izmjenjivača topline i ostalih pomoćnih posuda. S ciljem nadogradnje i uspostave planskog održavanja, potrebno je detaljno praćenje rada pogona radi otkrivanja kvarova te pravovremene intervencije. Ukoliko



se otvori mogu nost planiranog jednotjednog zastoja tijekom ljeta, plan je obaviti kontrolni pregled s ciljem na pove anju pouzdanosti rada pogona. U nastavku opisana su pravila i postupak pregleda opreme postrojenja Biotron d.o.o. pogon Ozalj.

Za detaljniju analizu odabrani su sljede i ure aji:

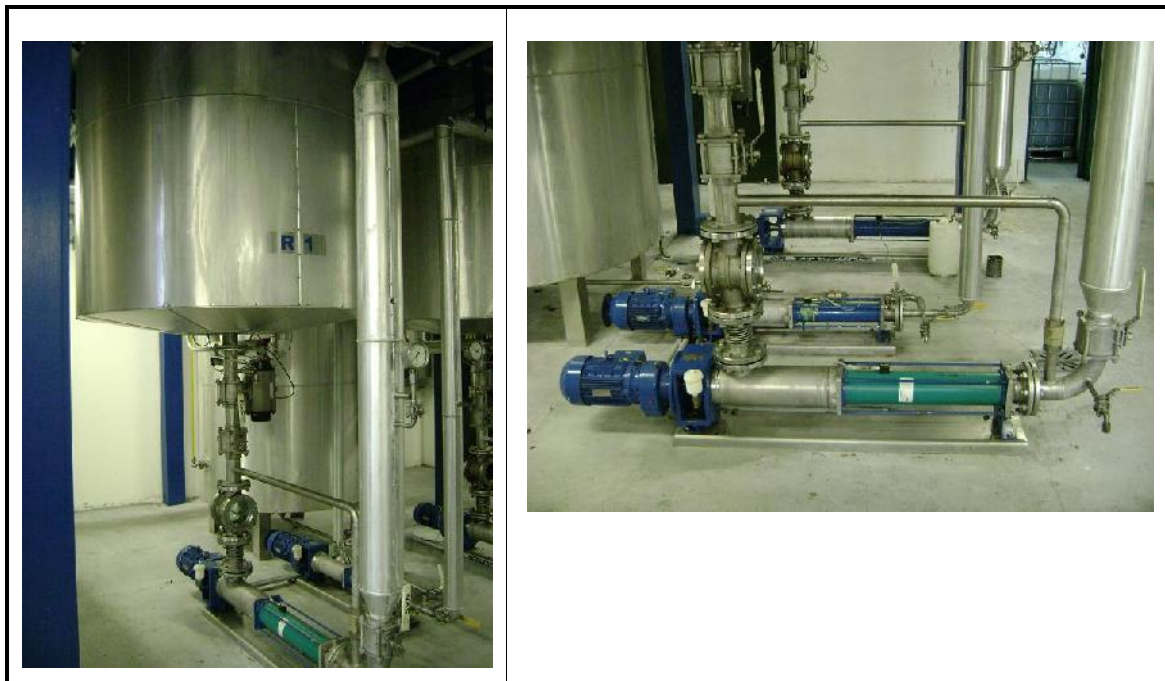
1. NETZCH crpka na poziciji M3,
2. MPD crpka na poziciji M8,
3. Reduktor na poziciji M23.

NETZCH crpka M3 smještena je u *Glavnoj hali* kao i MPD crpka M8, dok je reduktor M23 smješten u prostoru *Destilacije*.

### 6.1. NETZCH crpka; M3

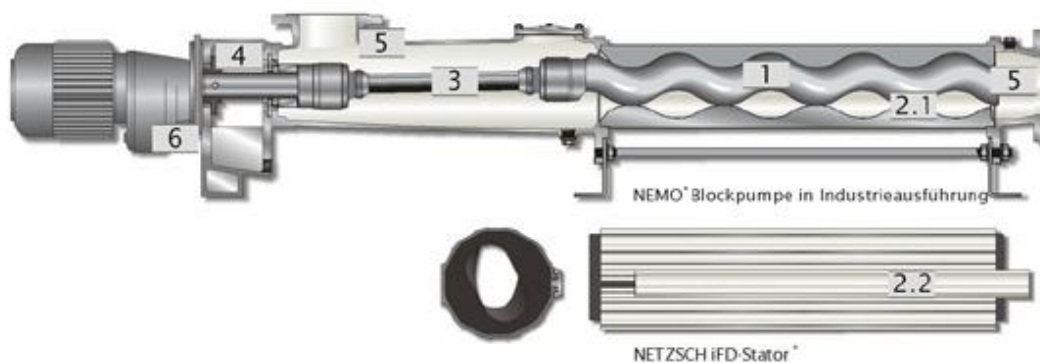
Pumpa oznake M3 je vij asta pumpa model NEMO 53 BY, smještena (vidljivo na tablici 6.1) ispod reaktora R1: posude sa ugra enom miješalicom i grijanjem, gdje po inje prvi stupanj transesterifikacije ulja. Radi ubrzavanja reakcije koristi se katalizator natrijev metilat a dobivena smjesa reaktanata metil estera masnih kiselina i glicerina se iz reaktora pumpom M3 prebacuje u separator S1. Prvenstveni razlog upotrebe ove vrste pumpe jest što ne miješa dobivenu smjesu (u usporedbi sa zup astim ili centrifugalnim pumpama) i time olakšava odvajanje FAME i glicerina.

**Tablica 6.1** Prikaz smještaja pumpe M3 u pogonu



Ovo je pumpa iz NEMO BY serije, čija je glavna odlika miran rad i neznatne vibracije. Glavni dijelovi pumpe su rotirajući dio (rotor) i mirujući dio (stator). Rotor je metalna šipka u obliku spirale koji se okreće unutar statora. Unutrašnji dio statora je elastomer, koji je izrađen posebno prema određenoj vrsti i temperaturi medija koji prolazi kroz njega, dok je vanjski dio obično metalna košuljica. Prema slici 6.1 razlikujemo sljedeće dijelove:

1. rotor,
2. stator,
3. vratilo,
4. brtve vratila,
5. usisni / tlačni dio,
6. blok reduktor.



**Slika 6.1** Prikaz osnovnih dijelova NEMO BY pumpe [23]

Sa slike 6.2 vidljivi su specifični podaci za ovu pumpu, gdje postoji i broj po kojem se naručuje rezervni dijelovi. Najčešće strada stator, za kojeg proizvođač daje garanciju do 6 mjeseci. Svaki stator dolazi s priključkom za temperaturnu sondu koja detektira istrošenost materijala i zaustavlja rad pumpe.



Slika 6.2 Nazivna plo ica pumpe M3

## 6.2. MPD crpka; M8

Djelomi no rafinirani FAME iz separatora S4 prolazi pumpom M8 kroz zadnji, tre i korak ekstrakcije (tablica 6.2). U tom obliku radni medij sadrži i vodu koja e se odvojiti u separatoru S5. Za vrijeme probnog rada pogona, uo eni su problemi neadekvatnog izbora pumpe pa je originalna NEMO 38 BY pumpa zamijenjena MPD pumpom tipa PAK.

Tablica 6.2 Prikaz smještaja pumpe M8 u pogonu



Ovaj model je trovretena vij ana pumpa koja se naj eš e koristi za pretovar, doziranje i cirkulaciju lakih i teških goriva, mazivih, hidrauli kih ulja i drugih samopodmazivih neagresivnih fluida bez abrazivnih estica. Pumpa je robusne izrade i jedini problemi u radu



po inju se javljati nakon 18 do 24 mjeseci rada, kada je potrebno promijeniti mehani ku brtvu.



Slika 6.3 Nazivna plo ica pumpe M8

Prilikom dobivanja pozitivnog nalaza Ex – Agencije, bilo je potrebno izraditi procjenu uzro nika paljenja za navedenu pumpu, pošto ovaj model nije izra en u protueksplozijskoj izvedbi. Navedeni dokument se nalazi u prilogu i održavanje ove vrste ure aja prilago eno je dobivenom nalazu.

### 6.3. Reduktor; M23

Reduktor M23, smješten je (tablica 6.3) na spremniku N35 zajedno sa miješalicom. U procesu ekstrakcije pojavljuju se sitne estice sapuna i FAME koje se još nisu separirale. Zbog te pojave dodatno je ugra ena miješalica u spremnik N35 kako bi se spre avalo neželjeno taloženje i za epljivanje cjevovoda.

**Tablica 6.3** Prikaz smještaja reduktora M23 u pogonu

Ugrađeni reduktor je pužne vrste proizvođača SIEMENS tip 2KG14 koji je ugrađen zajedno s pripadajućim elektromotorom. Elektromotor je prirubnicom spojen na reduktor koji ima u sebi ulje kao rashladni i podmazujuć medij. Reduktor je elastičnom spojkom spojen na osovinu miješalice.

Prilikom dobivanja nalaza Ex – Agencije, bilo je potrebno izraditi procjenu uzroka paljenja za navedeni reduktor, pošto ovaj model nema oznake o protueksplozijskoj izvedbi. Navedeni dokument se nalazi u prilogu i održavanje ove vrste uređaja prilagođeno je dobivenom nalazu.

Iako je moguće generalizirati na inženjersko održavanje svih elemenata postrojenja, važno je izraditi plan praćenja pojedinog elementa postrojenja i prema tome odabrati prikladnu metodu održavanja.

#### **6.4. Utvrđivanje periodike pregleda**

Za Ex-uređaje koji su ugrađeni u postrojenjima, predviđeni su periodi koji pregledi uređaja i električnih instalacija u skladu sa normom HRN EN 60079-17 "Pregledi i održavanje električnih instalacija u eksplozivnoj atmosferi". Periodi koji pregledi mogu biti vizualni ili kontrolni. Vizualni ili kontrolni periodi ni pregled može ukazati na potrebu za daljnjim detaljnim pregledom.

Tijekom pregleda Ex-uređaji se pomno kontroliraju kako bi bili sigurni za rad u ugroženom prostoru. Vremenski razmak između periodičkih pregleda određuje se uzimajući u obzir vrstu

opreme, proizvođačeve upute, imbenike koji utječu na kvarenje, zone upotrebe i rezultate ranijih pregleda.

Vremenski razmak između pregleda određen je uzimajući u obzir rezultate ranijih pregleda, vrstu uređaja koji je instaliran, prostor u kojem je instaliran (klasifikacija prostora), proizvođačeve upute, imbenike koji utječu na kvarenje (izgaranje kemikalijama, previsokim temperaturama, broj sati rada) i zahtjeve norme HRN IEC 60079-17.

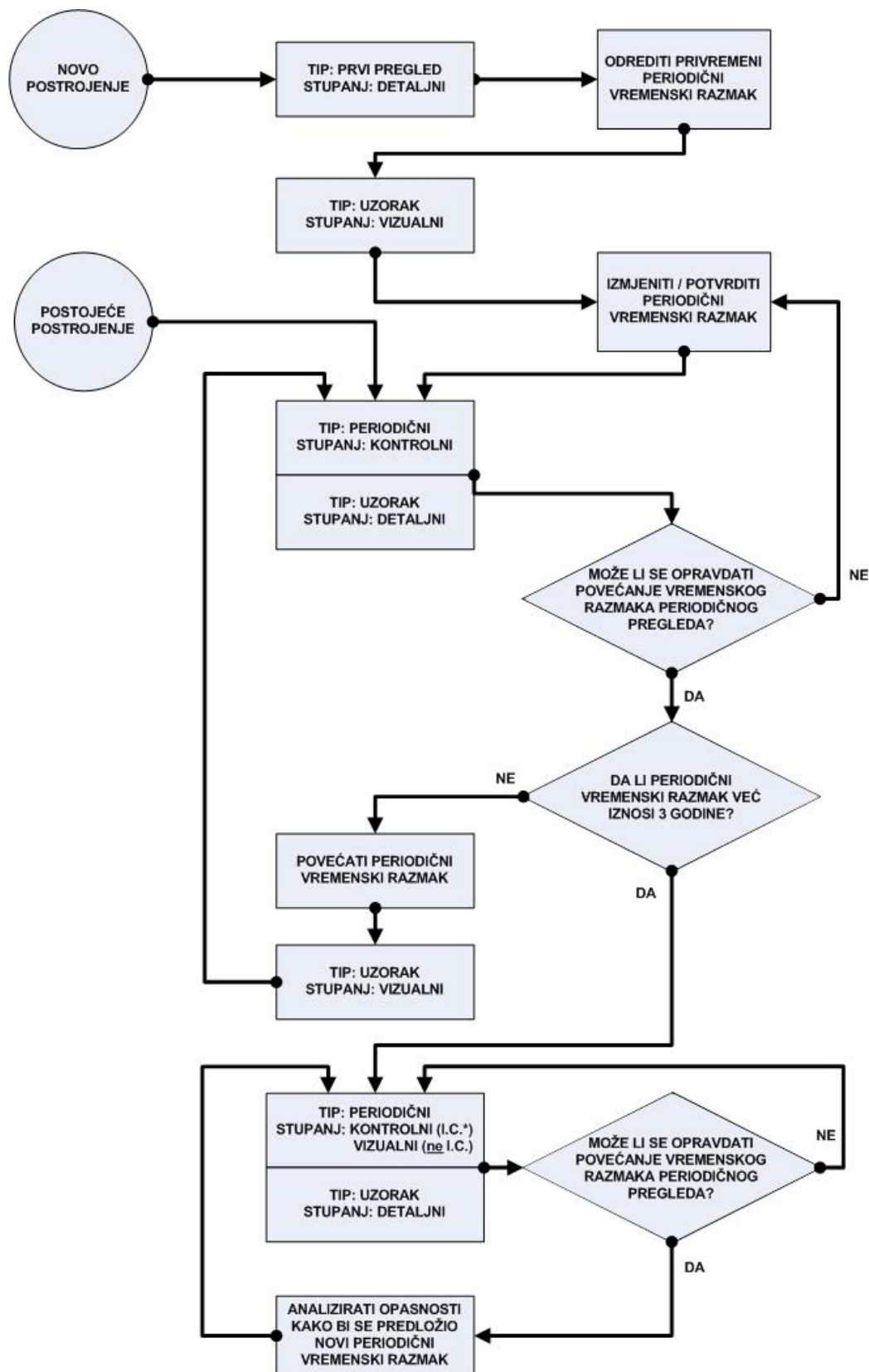
**VREMENSKI RAZMAK IZMEĐU PERIODIČNIH PREGLEDA NE SMIJE BITI DULJI OD TRI GODINE BEZ TRAŽENJA STRUČNOG SAVJETA (MIŠLJENJA) EX-AGENCIJE.**

**Tablica 6.4** Primjer periodike pregleda

VRSTA PREGLEDA	VIZUALNI	KONTROLNI	DETALJNI
USTALOST	ŠESTOMJESEČNO	GODIŠNJE	PREMA REZULTATIMA

Ustalost pregleda mora se povećavati kod većih pronalazača pogrešaka, ali može se i smanjivati ukoliko pogreške izostanu. Osnovni plan i postavka pregleda dana je tablicom 6.4, no obzirom na rezultate pregleda, osoba odgovorna za provođenje održavanja u postrojenju može mijenjati periodiku pregleda.

U skladu s normom HRN EN 60079-17 prema tabelama propisuje se koje je provjere potrebno obaviti tokom pojedinog periodičnog pregleda Ex-uređaja i njemu pripadajuće električne instalacije. Način utvrđivanja periodike opisan je dijagram toka na slici 6.4.



\*I.C. – Sposobnost paljenja u normalnom pogonu tj. tamo gdje unutarnje komponente, u normalnom pogonu stvaraju lukove, iskre ili površinske temperature koje mogu uzrokovati paljenje

Slika 6.4 Dijagram toka određivanja periodike pregleda

Glavni imbenici koji utječu na kvarove uređaja, a time na promjenu dinamike pregleda su:

- Osjetljivost na koroziju,
- Izloženost kemikalijama ili otapalima,
- Mogućnost skupljanja prašine ili prljavštine,
- Mogućnost prodiranja vode,
- Izlaganje toplini (kod prevelike temperature okoline),
- Mogućnost mehaničkog oštećenja,
- Izlaganje pretjeranim vibracijama,
- Nedovoljno znanje i iskustvo osoblja,
- Neovlaštene izmjene i preinake,
- Neadekvatno održavanje.

### **6.5. Promjena dinamike pregleda**

Promjene dinamike pregleda obavlja se temeljem zabilježenih rezultata periodičkih pregleda i uvjeta prostora u kojima uređaj i instalacija rade. Promjenu dinamike pregleda pokreću odgovorne osobe za održavanje „PEX“ elektroenergetskih i instrumentacijskih uređaja i instalacija Pogona izradom elaborata o opravdanosti promjene dinamike pregleda uz odobrenje odgovorne osobe za održavanje „PEX“ električnih uređaja i instalacija, kao i odgovorne osoba za održavanje „PEX“ elektroenergetskih i instrumentacijskih uređaja i instalacija. O navedenom postupku izrađuje se zapisnik koji se ulaže u registrator postrojenja.

### **6.6. Uspostava sustava održavanja novog postrojenja**

Prije stavljanja postrojenja i uređaja u pogon provodi se prvi pregled. Na temelju tehničke dokumentacije Pogona, Tehničkog nalaza ili stručnog mišljenja za URE, URI, EIE, EII, OUP i NEU, odgovorne osobe za održavanje „PEX“ elektroenergetskih i instrumentacijskih uređaja i instalacija Pogona:

1. Otvaraju karton opreme (obrazac) i zapisuju u bazi podataka. Pod napomenom se upisuju osnovne karakteristike pojedinog uređaja poput: snaga, nazivni napon, nazivna struja, broj okretaja, faktor snage, dinamika detaljnog pregleda... Tijekom eksploatacije u kartonu se evidentiraju kontrolni i detaljni pregledi i popravci uređaja, a ako uređaj treba ugraditi na novo postrojenje, karton opreme za dotični uređaj se proslijeđuje zajedno s uređajem.

2. Izra uju (obrazac) Popis elektroenergetskih/instrumentacijskih ure aja u ugroženom prostoru i po potrebi (obrazac) Popis pridruženih ure aja za Exi krugove, zapisuju u bazi podataka u PC. Tijekom upotrebe pod Primjedbama evidentiraju se promjene ure aja i prije svakog redovitog Tehni kog nadgledanja postrojenja vrši se ispis Popisa elektroenergetskih/instrumentacijskih ure aja u ugroženom prostoru i Popisa pridruženih ure aja za Exi krugove, iz kojeg su vidljive zamjene ure aja u periodu izme u redovitih Tehni kih nadgledanja postrojenja.
3. Izra uju obrazac Popis posebnih uvjeta znaka „X“ za elektroenergetske i instrumentacijske ure aje.
4. Izra uju Registrator postrojenja za elektroenergetske i instrumentacijske ure aje i instalacije. Naslovna stranica registratora sadrži: naziv postrojenja; nazive projekta i broj projekta po kojem je izgra ena/dogra ena gra evina; uporabnu dozvolu; klasu, urudžbeni broj i mjesto i datum izdavanja; broj i datum obavljenog osnovnog TN-URE; TN-EIE; TN-URI; TN-EII; broj i datum obavljenog redovitog TN-URE; TN-EIE; TN-URI; TN-EII; ime i prezime odgovorne osobe za održavanje „PEX“ elektroenergetskih/instrumentacijskih ure aja i instalacija Pogona.

U Registrator se ulaže:

- Nacrt objekta/postrojenja ili dijela postrojenja sa ucrtanim zonama opasnosti od eksplozije i oznakama mjesta ugra enih „PEX“ elektroenergetskih i instrumentacijskih ure aja;
- Popis elektroenergetskih/instrumentacijskih ure aja u ugroženom prostoru;
- Popis pridruženih ure aja za Exi krugove (izra uje samo odgovorna osoba za održavanje „PEX“ instrumentacijskih ure aja i instalacija Pogona);
- Karton opreme po redu kako je navedeno u popisu elektroenergetskih i instrumentacijskih ure aja u ugroženom prostoru, (po potrebi karton opreme za pridružene ure aje za Exi krugove izra uje samo odgovorna osoba za održavanje „PEX“ instrumentacijskih ure aja i instalacija Pogona);
- Certifikat „PEX“ zaštite elektri nog ure aja koji je naveden u kartonu opreme;

- Izjava popravljaju a i ispitni list od ovlaštene radionice. Ukoliko stručne osobe Pogona vrše detaljni pregled na pole ini kartona upisuju nadnevak obavljenog detaljnog pregleda i rezultate pregleda (dimenzije, vizualno stanje, tipove ležaja ako su zamijenjeni i naziv proizvođača...);
- Popis posebnih uvjeta znaka „X“;
- Jednopolne sheme razdjelnog sklopnog bloka iz kojeg se napajaju „PEX“ električnice, sa oznakama kabela i njihovim tipom, presjekom i duljinom ili sheme ulazno izlaznih signala;
- Plan polaganja kabela po postrojenju ili dijelovima postrojenja sa oznakama kabela ili plan polaganja kabela po postrojenju ili dijelovima postrojenja s označenim razvodnim kutijama, oznakama kabela i tipovima, presjekom i dužinom;
- Listovi mjerenja ili protokoli o dokazu kvalitete o ispitivanju: otpora izolacije, impedancije uzemljenja, impedancije petlje kvara, provjere rada zaštitnih uređaja rezidualnih struja, baždarenju i podešavanju termičke zaštite;
- Tehnički nalaz o provedenom osnovnom tehničkom nadgledanju ili broji i datum izdavanja pozitivnog tehničkog nalaza;
- Popis remena antistatičkih, upotrijebljenih na postrojenju (izražuje samo odgovorna osoba za održavanje „PEX“ elektroenergetskih uređaja i instalacija Pogona);
- Popis cijevi antistatičkih, upotrijebljenih na postrojenju (izražuje samo odgovorna osoba za održavanje „PEX“ elektroenergetskih uređaja i instalacija Pogona).
- Glede ostalih uzroka paljenja TN-OUP, odgovorne osobe za održavanje „PEX“ elektroenergetskih uređaja i instalacija Pogona naročito vode brigu o sustavu zaštite od munje u Revizijskoj knjizi gromobranskih instalacija i redovito mjere impedanciju uzemljenja u skladu s ovom Uputom i Uputom za vođenje tehničke, pogonske i dokumentacije za rad na održavanju elektroenergetskih postrojenja, instalacija i uređaja.

## 6.7. Kartoteka uređaja

Detaljne preglede i popravke evidentira ovlaštena država ili popravljaju u karton uređaja da bi se imalo uvid u povijest aktivnosti održavanja uređaja, a na temelju toga se određivati periodika pregleda.

Svi ure aji u ugroženom prostoru na postrojenju moraju imati karton sa odgovarajućim podacima. Karton (tablica 6.5) sadrži naziv i tip ure aja, naziv proizvođača, tvornički broj, oznaku certifikata i protueksplozijske zaštite, poziciju ure aja u postrojenju te osnovne tehničke podatke. Uz karton mora biti arhiviran certifikat i tehnička uputa te ispitni izvještaji eventualnog detaljnog pregleda ili popravka. U karton se upisuje svaki popravak na ure aju sa datumom i brojem izvještaja te rezultati detaljnog pregleda s datumom i imenom tvrtke i osobe koja je obavila pregled.

Tablica 6.5 Primjer kartona ure aja

KARTON URE AJA	
Naziv ure aja	
Proizvođač ure aja	
Tip ure aja	
Tvornički broj	
Oznaka tipnog certifikata	
Oznaka pojedinačnog certifikata	
Oznaka protueksplozijske zaštite	
Položaj ure aja na postrojenju	
TEHNIČKI PODACI URE AJA	
Napon napajanja (V)	
Struja (A)	
Snaga (KW)	
Broj okretaja (o/min)	
Napomene:	
Pregled (detaljni) ili popravak:	
Pregled (popravak) izvršio:	Ovjera : Datum :
Pregled (detaljni) ili popravak:	
Pregled (popravak) izvršio:	Ovjera : Datum :

Kod montaže novih ure aja, formiraju se novi kartoni, odnosno dopunjuje postojeća kartoteka. Zapisnik o provedenom vizualnom, kontrolnom i detaljnom pregledu „PEX“ ure aja i instalacija postrojenja ulaže se na po etak registratora postrojenja i nalazi se u registratoru do slijedećeg pregleda, kada se isti pohranjuje u arhivu Pogona, a novi zapisnik o



provedenom pregledu pohranjuje se na njegovo mjesto. Po isteku godine zapisnici se pohranjuju u arhivu Pogona, a u regulator postrojenja ulažu se novi (za teku u godinu).

#### **6.8. Op i zahtjevi za održavanje neelektri ne opreme**

Neelektri na oprema koja se upotrebljava u ugroženom prostoru treba zadovoljavati temeljne zahtjeve na strojnu opremu sukladno normama:

- EN ISO 12100 -1; Sigurnost strojeva,
- EN 982; Sigurnost strojeva (Hidraulika),
- EN 983; Sigurnost strojeva (Pneumatika)...

Da bi neelektri na oprema zadržala istovjetnu razinu sigurnosti, uz pretpostavku da se održavanje provode slijede i dobru inženjersku praksu, trebalo bi tada:

1. koristiti alate i dijelovi navedene u dokumentaciji proizvo a a ili certifikacijskoj dokumentaciji,
2. održavanje provoditi na opremi isklju ivo slijede i zahtjeve navedene u tehni koj dokumentaciji proizvo a a ili certifikacijskoj dokumentaciji.

Kada tehni ka dokumentacija proizvo a a ili certifikacijska dokumentacija nisu dostupne, održavanje mora biti provedeno u skladu s ovom tehni kom uputom, i drugim primjenjivim normama vezanim za protueksplozijsku zaštitu neelektri ne opreme. Ukoliko se koriste neke druge tehnike održavanje koje nisu u skladu s ovom radnom uputom, mora se provesti procjena od strane proizvo a a i certifikacijske ustanove, kako bi se odobrila uporaba te opreme u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom.

#### ***Napomena:***

Ne preporu a se održavanje opreme koja nema ozna nu plo icu s nazivnim podacima osim ako korisnik ne posjeduje dokumentaciju iz koje je mogu e pouzdano utvrditi nazivne podatke opreme.

## 7. ZAKLJUČAK I KRITIČKI OSVRT

Ovim radom prikazana je problematiku rada u prostoru ugroženim eksplozivnom atmosferom te su dane smjernice praćenja i na nje održavanja opreme u takvom prostoru. Zbog specifičnosti uvjeta prostora ugroženih eksplozivnom atmosferom, zahtjevi za instaliranu opremu u navedenom prostoru bitno su stroži i zahtijevaju više pozornosti. Zbog teškoća u sprečavanju pojave eksplozivne atmosfere onemogućavanje nastanka eksplozije je izvedeno na način sprečavanja pojave dovoljne energije koja može zapaliti nastalu eksplozivnu smjesu.

Pravilnom klasifikacijom ugroženog prostora i instalacijom adekvatne opreme, na temelju međunarodnih regulativa koje su prihvaćene i u Republici Hrvatskoj, osigurane su metode i na način sprečavanja pojave eksplozije i požara koji uz velike materijalne mogu imati i ljudske štete. Poštivanjem tih propisa kao i dobivenih posebnih uvjeta rada, omogućuje se siguran rad. Ukoliko je ugrađena oprema odgovarajuća, preostaje održavanje opreme prema uputama proizvođača ili ukoliko je potrebno prema dodatnim uputama koje upotpunjuju proceduru proizvođača, a u skladu su sa dobivenim napucima nadležne Institucije.

Proizvođač propisuje određene postupke s ciljem normalnog rada opreme, no zbog mogućih pogrešaka pri izradi ili montaži, dužnost korisnika je ne samo da se drži tih uputa nego da redovitom kontrolom i pregledom spriječi i moguće oštećenja. Iako postoji više vrsta različitih uređaja zajednička poveznica kod svih uređaja je da je moguće otkriti nastanak kvara a time i spriječiti daljnje oštećenja.

Na primjeru postrojenja firme Biotron d.o.o. – pogon Ozalj, obrađeno je područje protueksplzivne zaštite. Tijekom rada pogona i pregledom Ex – Agencije, uočeni su nedostaci instalirane opreme poput reduktora na poziciji M23 kao i pumpe ugrađene na poziciji M7 i M8. U suradnji s firmom EL-EKS izrađena je procjena uzroka paljenja za navedenu opremu, na temelju koje je prihvaćen rad navedene ugrađene opreme.

Pojedine komponente postrojenja Biotron d.o.o. imaju prikladan način zaštite; od pogonske jedinice (elektromotor), pretvornika snage (reduktor) pa sve do samog uređaja (pumpa). Cjelokupni uređaj upravljan je PLC-om i korisnik – osoba koja vodi pogon ima na uvid bitne parametre uređaja i može podesiti način rada prema dobivenim podacima. Ukoliko se ignoriraju dobivene informacije postoji višestruki način zaštite koji iskaplja rad pogonske jedinice ovisno o načinu rada (preopterećenju) ili stanju (istrošenosti) pumpe. S druge strane,

postoje izvedbene jedinice robusnije izvedbe, bez posebne zaštitne izvedbe. Ti su ure aji projektirani da u normalnom na inu rada ne mogu biti uzro nik paljenja, no zbog radne okoline potreban je dodatni oprez i pri tome se koriste posebne procedure kod pra enja rada ure aja i na ina održavanja.

Dobivanjem pozitivnog izvješ a Ex – Agencije potrebno je održavati opremu u skladu s navedenim propisima proizvo a a, kao i pridržavati se posebnih uvjeta dobivenih od strane nadležne Agencije. Za tu potrebu ali i zbog olakšavanja rada, kreirani su unificirani obrasci za vizualni i kontrolni pregled opreme koji usmjeravaju ovlaštenu osobu na specifi ne detalje koji su bitni kod navedenog pregleda.

Trenutna procedura pregleda opreme za pogon u Ozlju obuhva a dva vizualna pregleda godišnje, jedan kontrolni pregled i jedan detaljni. Vizualni pregled obavlja se svakog dana tijekom rada pogona, zbog same naravi procesa, no službeni vizualni pregled se obavlja u razmaku od pola godine u travnju i listopadu. Kontrolni pregled se obavlja svakog ljeta tijekom srpnja. Ovaj termin je izabran zbog toga što se zimski period koristi za planirani zastoj i remont kad se vrši detaljni pregled opreme, zamjena istrošenih ure aja i ugradnja novih dijelova i komponenti. Iako je ovo relativno nov pogon, kod kojeg nije došlo do havarija ni zna ajnih preinaka u na inu rada postrojenja, zbog potrebe osiguranja potrebno je odra ivanje ispitivanja i pregleda opreme na jednogodišnjoj bazi, pa se taj period je odre en za remont i provedbu detaljnog pregleda. Tijekom rada pogona te vizualnog i kontrolnog pregleda uo avaju se potencijalno slabe to ke i mogu a mjesta za poboljšanje postrojenja, pa se naru uje oprema s ciljem ugradnje tijekom planiranog zastoja.

Uspostavom sustava pra enja opisanog ovim radom uz izmjenu pojedinih ure aja rezultiralo je pove anjem proizvodnog kapaciteta za 13%. Uz pretpostavku pojedinih promjena tehnološkog procesa, otkrivene su mogu nosti za dodatno pove anje kapaciteta od gotovo 60% u odnosu na trenutna nu proizvodnju, što se planira ostvariti u roku od 2 godine. Ure enjem shema pogona i izradom pripadaju e kartoteke ure aja olakšano je pra enje pojedine opreme ime se poboljšalo shva anje rada problemati nih ure aja i olakšalo predvi anje trajanja pojedinih dijelova. Navedeni postupak rezultirao je smanjenjem broja neplaniranih zastoja a time i smanjenjem troškova rada te pove avanjem pouzdanosti i produktivnosti pogona.

U prilogu je dana tehnička dokumentacija odabrane opreme, uz obrasce za pregled i plana pregleda opreme. Navedeni dokumenti služe kao osnova za praćenje pojedinog elementa i odabira odgovarajućeg načina održavanja. Dugoročni cilj je sakupljanje dovoljno kvalitetnih informacija, koje bi planiranom implementacijom praćenja rada proizvodnje mogle tvoriti bazu znanja i zbog toga je dan prijedlog implementacije SAP sustava kojim bi se olakšao daljnji rad proizvodnje i održavanja.

## LITERATURA

- [1] Pravilnik o najmanjim zahtjevima sigurnosti i zaštite zdravlja radnika te tehni kom nadgledanju postrojenja, opreme, instalacija i ure aja u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom (NN 39/06 i 106/07)
- [2] Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10)
- [3] ala I.: Prošireno predavanje iz održavanja TPM, strojarstvo.tvz.hr (2. svibanj 2012)
- [4] Lisjak, D.: Aktivnosti održavanja u Ex ugroženom prostoru – materijal za seminar iz protueksplozijske zaštite
- [5] Pakasin, T.: Dijagnostika u održavanju, FSB, Zagreb, 2004
- [6] Encikolpedija op a i nacionalna u 20 knjiga, Pro leksis d.o.o., Zagreb, 2007
- [7] <http://www.eltra.hr> (8. lipanj 2012)
- [8] <http://www.sensorsmag.com> (18. svibanj 2012)
- [9] <http://energosissemi.hr> (18. svibanj 2012)
- [10] Švai S., Boras I.: Infracvena termografija, [www.fsb.unizg.hr](http://www.fsb.unizg.hr) (3. svibanj 2012)
- [11] Luli , G., Rajko, I., Vi ek, M.: Dijagnostika u održavanju – nastavni materijal
- [12] Gertsbakh, Ilya B. Models of preventive maintenance, Ben Gurion University of the Negev, North-Holland publishing company, 1987.
- [13] Ballesty, S., Orlovic, M.: Life Cycle Costing and Facility Management, FM Magazine, Vol. 12, No. 2 – April/May 2004.
- [14] Ivan i , I.: Znanstveni pristup održavanja funkcionalnosti radnih sustava, Predavanje na odboru za proizvodnju vo enu ra unalom, HAZU, Zagreb, 1996.
- [15] Nakajima, S.: Introduction to TPM, Productivity Press, Cembridge, 1988.
- [16] ala, I.: Održavanje opreme, Inženjerski priru nik, tre i svezak; Organizacija proizvodnje, Školska knjiga, Zagreb, 2002
- [17] Matasovi M., Marijan R., Zulfikarpaši I.: Protueksplozijska zaštita elektri nih ure aja, ZIRS, Zagreb, 2008
- [18] <http://www.ege-elektronik.com> (1. svibanj 2012)
- [19] <http://www.ex-agencija.hr> (2. lipanj 2012)

- [20] Tehni ki propis za sustave zaštite od djelovanja munje na gra evinama (NN 87/08, 33/10)
- [21] [www.hvz.hr](http://www.hvz.hr) (30. travanj 2012)
- [22] [www.upvh.hr](http://www.upvh.hr) (30. travanj 2012)
- [23] <http://www.netzsch-pumpen.de/en/products/detail/pid,83,nid,292,t,2.html>  
(6. svibanj 2012)

## **PRILOZI**

- I. TEHNI KA DOKUMENTACIJA OPREME
- II. PLAN PREGLEDA OPREME U VRSTI ZAŠTITE „d“, „e“ i „n“ za opremu postrojenja Biotron d.o.o. – pogon Ozalj
- III. OBRASCI ZA IZVJEŠTAJ O PROVEDENOM PREGLEDU OPREME U VRSTI ZAŠTITE „d“, „e“ i „n“ za opremu postrojenja Biotron d.o.o. – pogon Ozalj
- IV. CD disk

# **I. TEHNIČKA DOKUMENTACIJA OPREME**

## **A. UPUTE ZA RUKOVANJE I ODRŽAVANJE NETZCH PUMPE**

## **B. PROCJENA UZROČNIKA PALJENJA ZA OPREMU POGONA BIOTRON d.o.o.**

### **i. UPUTE ZA RUKOVANJE I ODRŽAVANJE MPD PUMPE SERIJE 2**

### **ii. UPUTE ZA RUKOVANJE REDUKTOROM TIP 2KG14**



## **A. UPUTE ZA RUKOVANJE I ODRŽAVANJE NETZSCH PUMPE**

# Upute za rukovanje i održavanje



AGITRADE

Radnička cesta 34  
10000 Zagreb  
Tel. (0)1 2339 679  
Fax (0)1 2339 654

## NEMO®-Pumpe

Tip

Broj ugovora

Broj pumpe

Izdanje od

### Važno upozorenje

Ove upute za rukovanje i održavanje trebale bi olakšati upoznavanje sa pumpom kako bi se namjenski koristile njene mogućnosti primjene. Ove upute za rukovanje i održavanje

- vrijede samo za ovu pumpu (vidi (broj pumpe / ugovor broj ) )
- sadrže važne upute kako bi se pumpa opsluživala sigurno, stručno i ekonomično. Vaše će poštivanje uputa pomoći da se izbjegnu rizici a troškovi popravaka i kvarova smanje te se pouzdanost i vijek trajanja pumpe povećaju.

- treba pročitati i primjenjivati svaka osoba kojoj je povjeren rad s pumpom, kao npr. opsluživanje, uključujući opremanje, uklanjanje kvara u radnom procesu, uklanjanje proizvodnog otpada, njega, zbrinjavanje materijala za rad i pomoćnih materijala

**Održavanje**  
(Održavanje, inspekcija)  
i/ili transport;

- moraju biti stalno na raspolaganju na mjestu na kojem se pumpa koristi

- treba dopuniti korisnik i njegovo osoblje naputcima na osnovu postojećih nacionalnih propisa o sigurnosnoj zaštiti na radu i zaštiti okoline.

Pored ovih uputa za rukovanje i održavanje te obvezujućih propisa o zaštiti na radu koji se primjenjuju u zemlji korisnika i na mjestu primjene, treba poštivati također i priznate stručne propise i upute za sigurnosne i stručne radove.



NEMO®, NEMO PUMPEN®, NEMOTUR®, NEMO CERATEC®, S88PF®, EBP8F®, SM®, NE®, NM®, TORNADO®:  
Eingetragene Warenzeichen der NETZSCH MOHNOPUMPEN GmbH

NETZSCH Mohnopumpen GmbH  
Geretsrieder Str. 1  
D-84478 Waldkraiburg

Tel. 0049 - (0) 86 38 - 63 0  
Fax 0049 - (0) 86 38 - 67 999  
e-mail: [info@nmp.netzsch.com](mailto:info@nmp.netzsch.com)  
Internet: [www.netzsch-pumpen.de](http://www.netzsch-pumpen.de)

# NETZSCH

	STR.
1 Sigurnosne upute	1
2 Pakiranje, transport, skladištenje	4
3 Postavljanje i ugradnja	5
4 Puštanje u pogon	
5 Održavanje	9
6 Privremeno isključenje iz pogona	
7 Dijagnoza i uklanjanje kvara	11
8 Preporučeni rezervni dijelovi	14
9 Prilog	15
– Lista rezervnih dijelova	
– Skica presjeka pumpe	
– Karakteristična linija (dijagram dobave)	
– Specifikacija	
– Pribor, specijalni alat, adrese	



## 1 Sigurnosne upute

Ove kratke upute sadrže osnovne naputke, koje kod postavljanja i rada treba poštivati. Stoga ove kratke upute trebaju monter, kao i odgovorno stručno osoblje/korisnik, prije montaže i puštanja u pogon neizostavno pročitati te ih stalno imati na raspolaganju na mjestu rada pumpe ili postrojenja.

Treba poštivati ne samo opća upozorenja navedena pod ovom glavnom točkom, već i ona specijalna upozorenja uključena u ostale glavne točke, kao na primjer ona za privatnu uporabu.

### 1.1 Upute na pumpi

Upute nanесene direktno na stroj, npr.

- Strelica smjera okretanja
- Oznaka za priključke za tekućinu

moraju se neizostavno poštivati te održavati u čitljivom stanju.

### 1.2 Stručnost osoblja i njegovo školovanje

Osoblje za opsluživanje, održavanje, inspekciju i montažu mora biti odgovarajuće stručno osposobljeno za takve radnje. Područje odgovornosti, nadležnost i nadzor osoblja korisnik pumpe mora precizno propisati.

Ukoliko osoblje ne posjeduje potrebna znanja, tada ga treba školovati i poučiti. To može za korisnika pumpe ukoliko je potrebno provesti proizvođač / dobavljač pumpe.

Nadalje, korisnik mora biti siguran da je osoblje potpuno shvatilo upute za rad.

### Prijevoz

Odgovorna osoba mora posjedovati znanja o rukovanju dizalicama i pripadajućim priborom za dizanje u skladu sa odgovarajućim propisima o zaštiti na radu. Osoblje mora dobiti odgovarajuće upute po pitanju prijevoza.

### Kompletiranje pogonom

Odgovorna osoba mora posjedovati znanje o tome kako se ono prigodom izobrazbe za industrijskog, konstrukcijskog ili pogonskog mehaničara prenosi.

### Ugradnja u postrojenje

Odgovorna osoba mora posjedovati znanja o tome kako se ona prigodom obrazovanja za pogonskog mehaničara prenose.

### Prvo puštanje u rad, rukovanje i održavanje

Odgovorna osoba mora poznavati ustroj i rad postrojenja u koje pumpa dolazi. Ona se mora unaprijed upoznati s načinom rada pumpe, datim sigurnosnim uputama te propisima o puštanju u rad i održavanju. Ta znanja treba odgovarajuće primijeniti. Poslužno osoblje mora biti odgovarajuće školovano za opsluživanje pumpe / postrojenja.

### 1.3 Opasnosti pri nepoštivanju sigurnosnih upozorenja

Nepoštivanje sigurnosnih upozorenja može imati za posljedicu dovođenje u opasnost osoba kao i okoliša i pumpe.

Nepoštivanje sigurnosnih upozorenja može dovesti do gubitka svakog prava na naknadu štete.

Konkretno, nepoštivanje može povlačiti za sobom sljedeće opasnosti:



Otkazivanje važnih funkcija pumpe / postrojenja

Otkazivanje propisanih postupaka održavanja.

Dovođenje u opasnost osoba električnim, mehaničkim i kemijskim utjecajima.

Dovođenje u opasnost ljudskog okoliša ispuštanjem opasnih materijala.

#### 1.4 Rad uz poštivanje sigurnosnih upozorenja

Sigurnosna upozorenja sadržana u ovim uputama za rad, postojeći nacionalni propisi o zaštiti na radu kao i eventualne unutarnji propisi internih propisa o radu, rukovanju i sigurnosti treba poštivati.

#### 1.5 Sigurnosne upute za korisnika / poslužitelja

Predstavljaju li vrući dijelovi stroja opasnost, tada se ti dijelovi moraju u tvornici osigurati od doticaja (entsprechend Norm EN 563). Zaštita od doticaja kod dijelova koji su u pokretu (z.B. spojka) se kod stroja koji se nalazi u pogonu ne smije skidati.

Iscurena količina (npr. brtve osovine) opasnih medija (npr. eksploziv, otrovnog, vrućeg) mora se tako odvesti da ne postoji nikakva opasnost za osobe i ljudski okoliš. Treba poštivati zakonske odredbe.

Treba isključiti opasnosti izazvane električnom energijom (Za detalje o tome vidi npr. u propisima VDE i lokalnih opskrbljivača energijom).

#### 1.6 Nedozvoljeni načini rada

Radna je sigurnost isporučene pumpe zajamčena samo kod namjenske uporabe.

Ova je pumpa konstruirana pomoću zadanih uvjeta rada. Podatke u radnim uvjetima treba shvatiti kao granične vrijednosti te ih se u nikojem slučaju ne smije prekoračiti.

#### 1.7 Specifična upozorenja kod rada NEMO®-pumpi

Koristite NEMO®-pumpe isključivo namjenski tj. u svrhu za koju je pumpa i prodana.

Ukoliko želite promijeniti medij, povratnim pitanjima dobavljaču ili proizvođaču razjasnite je li pumpa prikladna i za novi medij. To vrijedi osobito za agresivne, otrovne ili na neki drugi način opasne medije.

Vodite računa o tome da je NEMO®-Pumpa istisna pumpa te kao takva može proizvesti **teoretski jedan beskonačno visoki tlak.**

Kod zatvorenog tlačnog voda, npr. začepljenjem ili slučajnim zatvaranjem ventila, tlak koji pumpa proizvodi može dostići vrijednost koja je više puta veća od dopuštenog tlaka postrojenja.

To može dovesti do pucanja vodova, što treba svakako izbjeći, naročito kod opasnih transportnih medija.

Stoga u postrojenje treba ugraditi odgovarajuće sigurnosne uređaje, npr. tlačnu sklopku, pucajuće diskove, sa vodovima za povratno vođenje.



## Sigurnost kod rada NEMO®-Pumpi

### s pužem i otvorenim lijevkastim kućištem

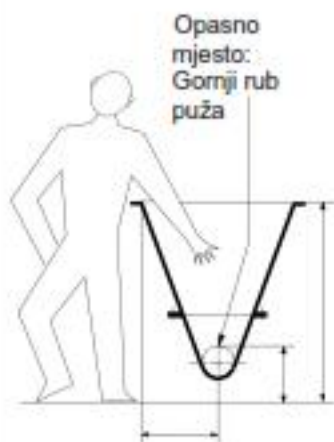


Ovaj stroj smije raditi jedino

- s nasadnim lijevkom (min. visina od stalka : 1m)
- ili
- sa zaštitnom rešetkom (pripaziti na EN 294 !)

#### 1. Sa nasadnim lijevkom (EN 294)

Visina opasnog područja <i>a</i>	Visina zaštitne konstrukcije <i>b</i> (Nasadni lijevak visina)						
	2200	2000	1800	1600	1400	1200	1000
Horizontalni razmak do opasnog područja <i>c</i> (nasadni lijevak - širina)							
2400	100	100	100	100	100	100	100
2200	250	350	400	500	500	600	600
2000	-	350	500	600	700	900	1100
1800	-	-	600	900	900	1000	1100
1600	-	-	500	900	900	1000	1300
1400	-	-	100	800	900	1000	1300
1200	-	-	-	500	900	1000	1400
1000	-	-	-	300	900	1000	1400
800	-	-	-	-	600	900	1300
600	-	-	-	-	-	500	1200
400	-	-	-	-	-	300	1200
200	-	-	-	-	-	200	1100



#### 2. Sa zaštitnom rešetkom (EN 294 Tabela 4)

Sigurnosni razmak <i>sr</i> = Gornji rub puž do rešetke	maksimalna veličina očiće (kvadrat)
≥ 120 mm	< 30 mm
≥ 200 mm	< 40 mm
≥ 850 mm	< 120 mm



## 2 Pakiranje, transport, skladištenje

### 2.1 Pakiranje i transport

NEMO®-Pumpe se otpremaju u željezničkim spremnicima i komorama ukoliko kupac nema drugačije želje.

Pakovanja su označena te opremljena uputama za rukovanje prema DIN 55402.

Kod preuzimanja robe provjeriti nema li oštećenja pri transportu. Oštećenja u transportu treba odmah javiti prijevozniku.

Pumpe u pakovanju dopremiti što je moguće bliže mjestu ugradnje te ostaviti pakirane što je moguće duže.

### 2.2 Skladištenje

Pumpe se konzerviraju za prijevoz ukoliko nije drugačije dogovoreno.

Kod duljeg skladištenja do montaže, treba postupiti kako slijedi:

#### **Stator**

Kod dužeg mirovanja rotor može stator na doticajnim mjestima trajno izobličiti. (kompresijski set). To zahtijeva kod ponovnog stavljanja u pogon povećani zaletni moment.

Stator stoga treba izvaditi i posebno odložiti.

Iscrpne informacije o skladištenju proizvoda od kaučuka i gume sažete su u standardu DIN 7716.

#### **Rotor**

Poduprijeti drvenim kladama. Pokriti radi zaštite od mehaničkih oštećenja.

#### **Dijelovi pumpe od oplemenjenog čelika**

Nije potrebno nikakvo konzerviranje.

#### **Ostali dijelovi pumpe koji nisu lakirani**

Zaštititi mašću za konzerviranje.

**Pogoni** (Treba još umetnuti propise za proizvođača)

### 3 Postavljanje i ugradnja

Pumpu je potrebno sigurno spojiti na sva pričvrсна mjesta (kućište ležaja/lampica, završni nastavi, potporne nožice) sa svim pričvršnim provrtima sa donjom konstrukcijom (osnovna ploča, strojno postolje, temelj itd. ).

#### 3.1 Pumpe sa stalkom ležaja: spojka, pogon klinastim remenom

Polovice spojke ili remenice klinastog remena pomoću navojnog provrta navući na kraj osovine.  
**Ne udarati čekićem!**

#### 3.2 Pumpe s kućištem ležaja: Prilagodba pumpe i pogona

(važno za uredan rad)

Maksimalno dopuštene vrijednosti premještaja za Rotex-spojke (serijski ugrađene):

- Radijalni premještaj: 1 %  
(od najvećeg vanjskog promjera)
- Kutni premještaj : 1° 30'

Vrijednosti ostalih proizvoda koje je kupac specificirao mogu se vidjeti u katalogu proizvođača.

Pumpe kompletno s donjim ustrojem i pogonom podešavaju se prilikom montaže u tvornici.

Nakon spajanja osnovne ploče vijcima sa temeljem, skinuti zaštitu spojke te provjeriti linije spojke ravnalom.  
(Opasnost od pritezanja kod neravnog temelja!)

#### 3.3 Smjer okretanja

Smjer okretanja pumpe je na naznačen na pločici označavanja i naveden u potvrdi narudžbe. Smjer okretanja određuje smjer transporta NEMO®-Pumpe.

**Za promjene se treba dogovoriti sa dobavljačem koji iste mora potvrditi.**

#### 3.4 Tlak

Ukoliko u potvrdi narudžbe nije potvrđeno izričito drugačije, tada **maksimalni dopušteni unutarnji tlak kućišta pumpe (A) (npr. pri okretanju udesno) iznosi:**

- kod kućišta pumpe od sivog lijeva **6 bar**
- kod zavarenog kućišta pumpe **10 bar.**

**Maksimalni dopušteni unutarnji tlak završnog nastavka (B) ovisi o njegovoj izvedbi priključenja.**



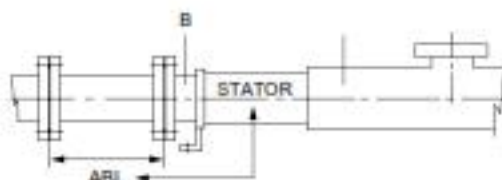
### 3.5 Sustav cjevovoda

Usisni i tlačni vod tako rasporediti da se kod mirovanja transportni medij zadrži ispred i iza pumpe.

Unutra tada također ostaje dovoljno tekućine kako bi se pumpa pri ponovnom zaletu dovoljno podmazala.

Na završni se nastavak preporuča ugradnja jednog komada za demontažu sa dužinom demontaže „ABL“ sukladno skici.

Time se omogućuje zamjena statora a da se pumpa ne mora demontirati. Vrijednost „ABL“ navedena je na tabeli iscrpnih uputa za rad i održavanje u ovisnosti o veličini pumpe i broja stupnjeva.



#### Tipski ključ (objašnjenje oznaka)

Primjer:

**N M 0 1 5 B Y 0 2 S 1 2 F**

Interni

Veličina pumpe

Model

Izvedba

**Br.stupnjeva**

Geometrija

Max.dopušteni diferencijalni tlak kod lijevog hoda

Tip zgloba

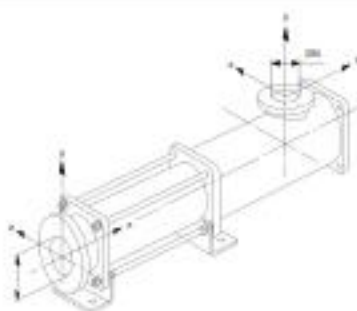
U nacrtima ustroja prema našem standardu QSH V - TB 01 - 002 također je navedena dužina za demontažu „ABL“.

Prije ugradnje pumpe cjevovode očistiti i isprati. Cjevovode tako spojiti da izvana ne djeluju nikakve nedopuštene sile.

Cijevne kompenzacije među pumpama i cjevovodima su korisne jer onemogućuju pojavu:

- oštećenja kućišta „oslanjanjem“ cjevovoda na pumpu
- oštećenja kućišta izazvana vibracijom cjevovoda.

Dopuštene sile ( $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ ) i momenti ( $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ ) kratke cijevi ispunjavaju zahtjeve API 676 te se mogu očitati na tabeli na sljedećoj strani.



Tip pumpe NM	Standard Nazivna dužina DN	$F_x, F_y, F_z$ N	$M_x, M_y, M_z$ Nm	Vijčani spojevi ne smiju se opteretiti momentima koji rezultiraju čvrstim spojem ali niti koji omogućuju odvajanje cijevi u kućištu pumpe.
003 005 008 011	(15) G 1/2"	170	(85)	
015 021	(32) G 1 1/4"	425	(215)	
31	50	680	350	
38	65	850	435	
45 53	80	1020	520	
63	100	1360	695	
76	125	1700	865	
90 105	150	2040	1040	
125	200	2720	1385	
148	250	3400	1730	
180	250	3400	1730	

### 3.6 Osovinsko brtvenje

Kod brtvenja brtvenice priključkom za zapornu tekućinu i kod mehaničkih brtvi sa priključcima za tekućinu za pranje, Quench i zapornu tekućinu **prije stavljanja u pogon** priključiti odgovarajuće sustave opskrbe i učiniti ih spremnima za rad.

### 3.7 Električni priključak



Sve radove s tim u svezi izvoditi samo s **kvalificiranim osobljem koje je za isto registrirano** te uz poštivanje svih odgovarajućih propisa (npr. VDE, lokalne tvrtke na području opskrbe energijom). Osobito u pogledu upravljačkih i komandnih uređaja držati se **EZ-STROJARSKIH SMJERNICA 98/37/EG, Dodatak I, poglavlje 1.2 Upravljački i komandni uređaji**

uvijek u ažuriranoj i važećoj verziji!

**Upozorenje u vezi rada frekventnog pretvarača:**

Kod pogona frekventnim pretvaračem, obavezno priključiti priključak na termistor pogona te na taj način osigurati zaštitu od pregrijavanja.

## 4 Puštanje u rad

Zbog izvedbe NEMO<sup>®</sup>-pumpe osobito pripaziti na sljedeće:



**NEMO<sup>®</sup>-pumpa ne smije nikada raditi na suho!**  
**Kod rada na suho i mali broj okretaja može uništiti stator.**

Prije prvog uključjenja pumpu napuniti transportnim medijem a kod medija visoke viskoznosti upotrijebiti nijedak tekući medij.

To je punjenje za podmazivanje gumenog statora apsolutno neophodno. Kućište pumpe (samo kod lijevog hoda) i cjevovod napuniti na usisnoj strani.



**NEMO<sup>®</sup>-pumpa je potisna pumpa koja može teoretski proizvesti beskrajno visoki tlak te time spremnike ili cjevovode dovesti do puknuća. Pogonski rotirajući dijelovi pumpe (osovina, poluga spojke, koljena, rotor) se kod toga preopterećuju te se mogu oštetiti ili uništiti.**

Kod toga i tlačna čvrstoća dijelova kućišta i njihovih spojnih elemenata može biti prekoračena te oni mogu puknuti. Tlačna čvrstoća dijelova kućišta navedena je u poglavlju 4 ovog naputka za rad i održavanje.



**Stoga se pumpa nikada ne smije pustiti da radi uz „zatvorene zasune“**

**Prije uključjenja ventile i zasune otvoriti. Provjeriti smjer okretanja kratkotrajnim uključanjem motora.**



## 5 Održavanje

Pumpu prati i/ili čistiti u redovitim vremenskim razmacima ukoliko transportni medij sedimentira.



Ukoliko se pumpa u tu svrhu mora otvoriti tada najprije pumpu isključiti iz pogona a motor osigurati od nehotičnog uključenja) (npr. izvaditi osigurač).

Izračunati vremenske intervale između čišćenja dok pumpa radi budući da intervali ovise o mediju i načinu rada.

Pumpa se čisti:

- preko moguće postojećih otvora za čišćenje na kućištu pumpe.
- ručno rastavljanjem pumpe
- automatski (CIP-čišćenje) kod specijalnih kućišta sa dodacima za čišćenje.

## 6 Privremeno zaustavljanje

Nakon zaustavljanja pumpu isprazniti i eventualno isprati ukoliko:

- se transportni medij pri temperaturama okoline u kojoj se pumpa nalazi može smrznuti. Osobito u slučaju opasnosti od mraza kada je pumpa postavljena napolju.
- se transportni medij može zgusnuti ili skrutnuti.
- transportni medij brtvu osovine može zalijepiti.



### Stator

Kod dužeg zaustavljanja rotor može stator na mjestima doticaja trajno deformirati (compression-set).

To prilikom ponovnog puštanja u pogon zahtijeva pojačan zaletni moment te stoga stator treba demontirati i zapakirati bez dostupa svjetla ili zraka.

### Rotor

Keramičke rotore rastaviti i pohraniti u sigurno originalno pakovanje.

Ostale rotore kod rastavljenog statora poduprijeti drvenim kladama te pokriti radi zaštite od mehaničkog oštećenja.

Rotori od RCC (materijal-br. 1.2436):

Kod dužeg stajanja površine rotora zaštititi od korozije mašću za konzerviranje.

**Mast za konzerviranje zatim, prije ponovne ugradnje statora, ukloniti i rotor očistiti, kako bi se izbjegla nesnošljivost sa transportnim medijem i materijalom od kojega je izrađen stator.**



### Pričuvne pumpe

Pričuvne pumpe, koje glavnoj služe kao rezerva, s vremena na vrijeme pokrenuti.

U suprotnom pumpa može nakon dužeg stajanja prilikom pokretanja zablokirati (uzrok: compression-set, tj. trajna deformacija statora na doticajnim površinama rotora).

## 7 Dijagnoza i otklanjanje kvara

### 7.1 Tabela kvarova

U tabeli su na obje sljedeće strane popisani

- vrsta
- mogući uzroci
- otklanjanje

mogućih kvarova.

Kvar može imati različite uzroke – više zaokruženih rubrika u okomitom stupcu. Jedan uzrok može dovesti do raznih kvarova – više zaokruženih rubrika u vodoravnom stupcu.

### 7.2 Kako se dolazi o vrste kvara do mogućeg uzroka?

- U stupcu koji pripada mogućem kvaru, nalaze se jedan ili više zaokruženih rubrika.
- U pripadajućim redovima mogu se naći mogući uzroci kao upute za uklanjanje kvara.  
Na taj se način stvarni uzrok kvara može ograničiti i napokon utvrditi.
- Ukoliko se u jednom od redova nađu daljnje zaokružene rubrike te se također javljaju pripadajući kvarovi, tada se utvrđuje mogući uzrok kvara.

Tabela pomaže da se utvrde uzroci kvarova te se u jednostavnim i jednoznačnim slučajevima kvarovi otklone. Ukoliko to bez daljnje nije moguće, treba pozvati proizvođača.



Vrsta kvara																			
										<b>Mogući uzroci</b>									
										Kod nove pumpe ili novog statora: Statičko trenje preveliko									
										Električni podaci za pogon ne slažu se s onima električne mreže.									
										Visina tlaka je prevelika									
										U pumpi se nalaze strana tijela.									
										Temperatura transportne tekućine je prevelika, Stator se izdužuje									
										Stator je nabubren, Elastomer je neotporan na transportnu tekućinu.									
										Sadržaj krutih tvari u transportnom mediju je prevelik i dovodi do začepjenja.									
										Transportna se tekućina taloži ili skrućuje kad je pumpa isključena.									
										U usisni vod dopijeva zrak.									
										Usisni vod propušta.									
										Osovinaska brtva propušta.									
										Mali broj okretaja.									
										Kod rotora ispod mjere: Radna temperatura još nije dostignuta.									
										Usisna visina je prevelika ili je visina dotoka premala (Kavitacija).									
										Stator je istrošen.									
										Materijal statora je prekr.									
										Rotor je istrošen.									
										Koljena su izbita.									
										Pumpa je aksijalno premještena na prigon.									
										Elastični međučlanak spojke je istrošen.									
										Valjkasti ležajevi su uništeni.									
										Broj okretaja je prevelik.									
										Viskozitet je previsok.									
										Specifična težina transportnog medija je prevelika.									
										Brtvenica je nestručno navučena.									
										Tipovi brtvi ne odgovaraju transportnoj tekućini.									
										Klizna prstenasta brtva: Smjer okretanja je krivi									
										Klizna prstenasta brtva: Klizni prsten i protuprsten su uhodani									
										Klizna prstenasta brtva: Sekundarne brtve oštećene, nabubrene ili krte.									

### Otklanjanje kvara

Pumpu napuniti te odgovarajućim pomoćnim sredstvom ručno okrenuti; u nuždi u stator uvesti glicerín kao klizno sredstvo.

Provjeriti naručene podatke. Ispitati električne instalacije (evtl. 2-fazni rad) i korigirati.

Manometrom izmjeriti visinu tlaka te usporediti s podacima iz narudžbe; Smanjiti tlak i pojačati pogon.

Odstraniti strana tijela i sanirati eventualna oštećenja.

Ukoliko temperatura transportnog medija ne može pasti, upotrijebiti rotor s podmjerom.

Ispitati odgovara li transportna tekućina naručenim podacima; event. promijeniti materijal statora

Povećati udio tekućine u transportnom mediju.

Po okončanju transporta pumpu isprati i očistiti.

Povećati razinu dotoka, vrtloge kod uhadavanja zaustaviti, ulazak zraka spriječiti.

Ispitati brtve, dodatno pritegnuti spojeve cijevi.

Brtvenica: dodatno pritegnuti ili obnoviti. Klizna prstenasta brtva: obnoviti klizne prstenove ili brtve; odstraniti talog.

Kod podesivog pogona: Broj okretaja podesiti na više; u suprotnom event. zamijeniti prigon.

Pumpu (Stator) zagrijati tek na radnu temperaturu.

Smanjiti usisni otpor; smanjiti temperaturu transportne tekućine; pumpu postaviti dublje.

Pumpu napuniti; predvidjeti zaštitu od suhog rada, vodove drugačije položiti.

Ugraditi novi stator.

Ugraditi novi stator. Ispitati odgovara li transportna tekućina podacima iz narudžbe, event. promijeniti materijal statora.

Rotor zamijeniti. utvrditi uzrok: istrošenost, korozija, kavitacija; event. odabrati drugi materijal ili premaz.

Zamijeniti predmetne koljenaste dijelove, ponovno pomno zabrtviti i podmazati.

Agregat nanovo prilagoditi.

Upotrijebiti novi međučlanak i pumpu nanovo podesiti.

Zamijeniti valjkaste ležajeve, podmazati, nanovo zabrtviti. Kod viših temperatura: pripaziti na zrak u ležajevima te na sredstva za podmazivanje.

Izmjeriti viskozitet te usporediti sa podacima iz narudžbe. Viskoizitet event. promijeniti ili zamijeniti pogon.

Izmjeriti specifičnu težinu i usporediti s podacima iz narudžbe; event. promijeniti spec. težinu ili zamijeniti prigon.

Održavati brtvenicu prema stranici 7.4 event. obnoviti uhadanu osovinu.

Ugrađenu brtvu zamijeniti drugim tipom brtve.

Promijeniti električni priključak.

Predmetne prstenove obrisati krpom ili zamijeniti za nove.

Zamijeniti sekundarne brtve. Ispitati odgovara li transportna tekućina podacima iz narudžbe. Zamijeniti materijal izradbe.



## 8 Preporučeni rezervni dijelovi

Općenito su kod nas svi pojedinačni dijelovi na skladištu. Određene zalihe imaju također i naši servisi i ekskluzivni zastupnici. U posebnim slučajevima, i tamo gdje se kratko vrijeme čekanja ne može prihvatiti, preporuča se, za pojedinačnu pumpu držati sljedeće rezervne dijelove na skladištu u mjestu korištenja:

- Rotor
- Stator
- Elastomer dijelovi kao okrugli brtveni prstenovi i manšete
- Koljenasti dijelovi
- Osovinske brtve

Dijelove identificirati na osnovu broja pozicije i presjeka te liste rezervnih dijelova kako bi se izbjegle pogrešne isporuke.

Za narudžbu su neophodno potrebni sljedeći podaci:

Količina / Jedinica      -      Oznaka      -      Ident-br.  
(v. stupac 2)                      (v. stupac 3)                      (v. stupac 4)

Podaci o stupcu odnose se na listu rezervnih dijelova, vidi uzorak.

Uzorak:

LISTA REZERVNIH DIJELOVA				10.05.94	10.00.18	Stranica: 1 / 5
1		2		3		4
DIO		Količina	Jedinica	Oznaka	Ident-broj	
EURO	POS.					
3410	0005	1,000	KOM	Kućiste ležaja		
2910	0010	1,000	KOM	Odstojni tuljak		
3020	0015	1,000	KOM	Poklopac ležaja		

**B. PROCJENA UZROČNIKA PALJENJA ZA OPREMU  
POGONA BIOTRON d.o.o.**

Biotron d.o.o.  
Pogon Ozalj

# TEHNIČKA DOKUMENTACIJA ZA PRIMJENU UREĐAJA U PROSTORU UGROŽENOM EKSPLOZIVNOM ATMOSFEROM:

## PROCJENA UZROČNIKA PALJENJA


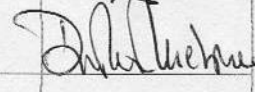

1. Vijčana pumpa  
MPD tip PAK 32 -2KM/90L -2

2. Pužni prijenosnik

»EL-EKS«

Obrt za popravak i održavanje električne opreme  
vl. Tomislav Imenjak  
ZAGREB, Letinčićeva 5  
P. J. Fallerovo šetalište 22  
OIB: 34262167166

Siemens-Flender 2 KG 14

Datum: <b>06/2011.</b>	Izradio:	Davorin Siroglavić		IDNr.: TD-PUP 6098/11
Izdanje: <b>2</b>	Odobrio:	Darko Hrebinec		<b>EL-EKS</b> 
Revizija: <b>0</b>				

## **1 Uvod**

Neelektrični uređaji kao potencijalni uzročnici paljenja opasni su za nastajanje eksplozija u prostoru ugroženom eksplozivnom atmosferom jednako kao i električni uređaji. U tom smislu potrebno je poduzeti određene mjere za smanjenje rizika od eksplozije pogodne za primjenu kod neelektričnih uređaja sa mogućnošću razvijanja učinkovitog uzročnika paljenja kod upotrebe u ugroženom prostoru.

U osnovi se poduzete mjere svode na tri osnovna principa:

1. izbjegavanje eksplozivne atmosfere
2. izbjegavanje pojave učinkovitog uzročnika paljenja
3. ograničenje učinka nastale eksplozije na prihvatljivi opseg

Od navedenih principa izbjegavanje eksplozivne atmosfere je prvi izbor, no to nije uvijek moguće. Zbog toga se cilj, odnosno smanjenje rizika od eksplozije postiže primjenom i ostalih principa, ili njihovom kombinacijom.

Na odabir principa, koji će se primijeniti, i načina smanjenja rizika, kod konkretnog slučaja, utječu vjerojatnost pojave eksplozivne atmosfere, definirani potencijalni učinkoviti uzročnik paljenja, te tehnologija pogona u kojem se uređaj koristi. U razmatranju mogućih rješenja za smanjenje rizika od eksplozije u skladu sa normom HRN EN 13463-1:2009 potrebno je u obzir uzeti uvjete normalnog rada pogona, te isto tako i moguće tehničke neispravnosti i predvidivu pogrešnu uporabu.

## **2 Procjena rizika**

### **2.1 Vjerojatnost pojave eksplozivne atmosfere**

Opasnost od eksplozije vezana je za materijal i tvari koje koristi, proizvodi ili ispušta oprema, zaštitni sustavi i komponente kao i gradivo korišteno pri njezinoj izradi.

Potencijalna opasnost vezana uz eksplozivnu atmosferu oslobađa se kad dođe do paljenja učinkovitim uzročnikom paljenja.

### **2.2 Mogući učinkoviti uzročnici paljenja**

Prema HRN EN 1127-1 Eksplozivne atmosfere-Sprječavanje i zaštita od eksplozije- Dio1: Temeljni princip i metodologija evidentni mogući učinkoviti uzročnici paljenja kod ovog uređaja su:

1. mehanički generirane iskre
2. vruće površine
3. pojava statičkog elektriciteta



### 2.3 Procjena rizika – tablični prikaz: PUMPA MPD PAK 32 – 2KM, sa regulacionim ventilom RVK 20.03

Prostor ugrožen eksplozivnom atmosferom:	Proizvodnja biodizela	Skupina plinova:	I/A	Temperaturni razred:	T3	Crtež br.:
------------------------------------------	-----------------------	------------------	-----	----------------------	----	------------

Br.	1			2			3			4					
	opasnost paljenja			procjena učestalosti pojave bez primjene dodatnih mjera			mjere primijenjene za sprječavanje kako uzročnik paljenja ne bi postao djelotvoran			učestalost pojave uključujući primijenjene mjere					
	a	b			e		a	b	c	a	b	c	d	e	f
	Potencijalni uzročnik paljenja	opis/osnovni uzrok (Koja stanja prouzrokuju koju opasnost paljenja?)			razlozi za procjenu		opis primijenjene mjere	baza (citati normi, tehničkih pravila, eksperimentalnih rezultata)	tehnička dokumentacija (dokazi uključujući značajke prikazane u koloni 1)	za vrijeme normalnog rada	za vrijeme očekivanih kvarova	za vrijeme rijetkih kvarova	nije relevantno	rezultirana oprema kategorije uzimajući u obzir ovu opasnost od paljenja	nužna ograničenja
1.	Vruće površine	Zagrijavanje uslijed gibanja dijelova	x		Maksimalna temperatura pumpe u normalnom radu		Radna temperatura pumpe je oko 60°C. Radi povremeno. Medij hladi i podmazuje. Pali i gasi se ručno	HRN EN 13463-1 (6.2.5)	Upute za rad u pogonu			x		2G	T3
2.	Vruće površine	Zagrijavanje uslijed greške u ležajevima, nedostatak podmazivanja		x	Ležajevi imaju vijek trajanja ISO 281		Ležaj dvostrano brtvljeni podmazan trajno	HRN EN 13463-1 HRN EN 13463-5 tč. 6	Konstrukcija pumpe (katalog, crtež)			x		2G	T3
3.	Vruće površine	Zatvoren tlačni vod		x	Zagrijavanje uslijed naglog povećanja tlaka.		Operator starta pumpu ručno- otvara tlačni vod	HRN EN 13463-1	Upute za rad kod startanja			x		2G	T3

4.	Vruće površine, mehanička iskra	Zagrijavanje spojke	x	Klizanje ili udar	Nema klizanja, dvostruka spojka s elastičnim međuelementom (kompenzira radijalne udare)	HRN EN 13463-1 HRN EN 13463-5 (8.1; 8.2)	Elastične spojke-literatura	x	2G	T3
5.	Mehanička iskra	Rad pumpe „na prazno“	x	Mehaničko struganje rotora	Pumpa je ugrađena 1m ispod najnižeg nivoa pumpanog medija-nepovratni i tlačni ventil (RVK 20 03) Materijal rotora (čelik) Kontrola razine medija u rezervoaru Operator starta pumpu ručno	HRN EN 13463-1 HRN EN 13463-5 Europump-guideline for the application of EC-Directive 94/9/EC (pumps and pump units), Appendix B	Upute za rad kod startanja (katalog-uvjeti za ugradnju)	x	2G	T3
6.	Mehanička iskra	Nečistoća u mediju	x	Ulazak stranih čestica u rotor	Obavezna ugradnja filtera u usisni ojevovod	HRN EN 13463-1	Upute za ugradnju (katalog)	x	2G	T3

**Zaključak:** Uređaj može raditi u zonama 1 i 2 (IIAT3)

**Tehnički opis:** Vijčane trovretene samousisne pumpe tip PAK namijenjene su za transport podmazivih fluida koji ne sadrže abrazivne tvari. Pogon pumpe je elektromotorom preko elastične spojke.

Kućiste pumpe je jednodijelno (nodularni ljev) sa radijalno postavljenim priključcima. Vijci su od čelika otvrdnute površine (nitrirano). Brtvljenje pogonskog vijka je izvedeno pomoću mehaničke brtve

Katalogom je propisan način ugradnje  
Uređaji su uzemljeni.

Pumpa je proizvedena u renomiranoj tvornici i namijenjena je za transport goriva ili ulja.

Proizvođač: MPD tvornica pumpi Daruvar.

**Prilog: Upute za montažu rukovanje i održavanje s popisom rezervnih dijelova i propisanim načinom ugradnje.**

U pogonu Biotron d.o.o. u Ozlju nalaze se dvije pumpe:

MPD tip PAK 32 -2KM

Tehnički podaci:  $Q = 3 \text{ m}^3/\text{h}$

$p = 5 \text{ bar}$  .....tlak na izlazu

prekotalčni ventil podešen na 6 bara

snaga  $P_{EM} = 2,2 \text{ kW} / 2830 \text{ min}^{-1}$

radna temperatura  $60^\circ\text{C}$

medij: nerafinirani biodiesel

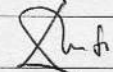
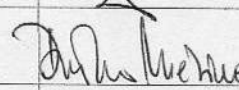

Brojevi pumpi: **082079 i 071635**

**Analiza potencijalnih uzročnika paljenja sukladna je normi HRN EN 11251**

**Tablični prikaz analize protueksplozijske zaštite neelektričnih uređaja sukladno je normi 13463-1 tč. 5**

»EL-EKS«

Obzirom na popravak i održavanje električne opreme  
vl. Tomislav Imerjak  
ZAGREB  
P. J. Fallerovo šetalište 22  
OIB: 34262167166

Datum: <b>06/2011.</b>	Izradio:	Davorin Siroglavić		IDNr. <b>TD-PUP.6098/11-1</b>
Izdanje: <b>2</b>	Odobrio:	Darko Hrebinec		
Revizija: <b>0</b>				



Pužni prijenosnik Siemens Flender 2KG14

Prostor ugrožen eksplozivnom atmosferom:			Proizvodnja biodiesela					Plinovi:		IIA		Temperaturni razred:		T3		Crtež br.:			
1			2					3					4						
opasnost paljenja			procjena učestalosti pojave bez primjene dodatnih mjera					mjere primijenjene za sprječavanje kako uzročnik paljenja ne bi postao djelotvoran					učestalost pojave uključujući primijenjene mjere						
a	b		a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f
potencijalni uzročnik paljenja		oslobođeni uzroci (Koja stanja prouzrokuju koju opasnost paljenja?)	za vrijeme normalnog rada	za vrijeme očekivanih kvarova	za vrijeme i rijetkih kvarova	nije relevantno		opis primijenjene mjere	baza  (citati normi, tehničkih pravila, eksperimentalnih rezultata)					za vrijeme normalnog rada	za vrijeme očekivanih kvarova	za vrijeme i rijetkih kvarova	nije relevantno	rezultirana oprema kategorije uzimajući u obzir ovu opasnost od paljenja	nužna ograničenja
Br.																			
1.	Vruće površine	Toplina oslobođena uslijed trenja gibajućih dijelova unutar prijenosne kutije	x				Maksimalna temperatura prijenosne kutije u normalnom radu	Gibajući dijelovi unutar prijenosne kutije uronjeni su u ulje koje služi za podmazivanje i hlađenje. Normalni pužni prijenosnici u trajnom pogonu ne zagrijevaju se iznad 70°C Ležajevi imaju vijek trajanja ISO281. Pravovremeno se zamjenjuju.	HRN EN 13463-1 (8.2.) HRN EN 13463-8 HRN EN 13463-5 (6)					Konstruktivska izvedba Betriebsanleitung 04.03	x			2G	T3
2.	Vruće površine	Toplina oslobođena uslijed trenja gibajućih dijelova unutar prijenosne kutije	x				Neprihvatljivi gubitak ulja, ili greška u ležajevima	Provjera razine ulja obavezna je 1x mjesečno. Zamjena ulja svkih 10 000 sati rada (ili 2 godine *). Provjera prijenosnika na promjenu radnog zvuka – dnevno	HRN EN 13463-1 HRN EN 13463-5 (5; 5.4)					Uputstvo za upotrebu (Betriebsanleitung 04.03)	x			2G	T3
3.	Vruće površine, mehanička iskra	Toplina oslobođena uslijed trenja gibajućih dijelova unutar prijenosne kutije	x				Ulazak stranih tijela u prijenosnu kutiju	Kućiče je zabrtvljeno, siemering, (prahotisno IP6x).	HRN EN 13463-1 HRN EN 13463-5 (4.3.1)					Konstruktivska izvedba	x			2G	T3



## **i. UPUTE ZA RUKOVANJE I ODRŽAVANJE MPD PUMPE SERIJE 2N**



**TVORNICA PUMPI d.d. DARUVAR**

43500 DARUVAR

Preradovićeva 73

HRVATSKA

---

**UPUTE ZA MONTAŽU, RUKOVANJE I  
ODRŽAVANJE VIJČASTIH PUMPI SERIJE 2N**

Vijčaste pumpe u pravilu se isporučuju sa elektromotorom kao pogonskim strojem. Ove upute govore upravo o takvoj vrsti agregata.

Izuzetak su pumpe pogonjene sa pneumatskim motorima ili hidromotorima, zupčastim ili remenskim prijenosom ili motorima sa unutrašnjim izgaranjem.

### 1. Prijem pumpe - agregata

Prilikom preuzimanja agregata obavezno provjerite slijedeće:

- da li je isporučena pumpa u skladu sa vašom narudžbom (na tablici karakteristika upisan je tip pumpe)
- nije li slučajno došlo do oštećenja pumpe prilikom transporta.

Pumpe obavezno uskladištite u natkrit prostor, da ne bi došlo do prodora vode u namotaje elektromotora.

Pumpa je konzervirana za period od 6 mj. Ako je ne puštate u rad u tom periodu, obnovite konzervaciju. (Vidi točku 10.3.)

### 2. Tehnologija transporta

Vodite računa da prilikom transporta do skladišta i od skladišta do gradilišta ne oštetite pumpu ili motor.

Transport je moguć i uz pravilan prihvata viljuškama viličara. (Vidi skicu Tehnologija transporta).

### 3. Montaža - ugradnja

Vijčaste pumpe MPD mogu se ugrađivati u svim položajima. U slučaju da je pumpa ugrađena u takvom položaju da se u stanju mirovanja isprazni, potrebno je usisni cjevovod izvesti tako da medij ne otječe iz pumpe.

Prilikom montaže cjevovoda voditi računa da u kućište pumpe ne prodru prljavština ili krute čestice.

Pumpe se uvijek moraju postaviti na čvrstu i stabilnu podlogu, lako dostupnu za kontrolu i održavanje.

Kod pumpi sa grijanjem prije puštanja u rad pumpu obavezno priključiti na sistem za grijanje i toplinski izolirati

### 4. Cjevovod

Nakon montaže cjevovoda obavezno isti demontirati i očistiti od zavarivanja i hrđe (kemijski ili mehanički). Usisni vod mora biti savršeno nepropustan i mora imati isti ili veći promjer od usisne priрубnice pumpe.

Brzina strujanja u usisnom vodu ne smije prijeći 1 m/s, a u tlačnom 3 m/s. Cjevovodi ne smiju naprezati pumpu niti kod ugrađivanja niti za vrijeme rada. U usisni cjevovod potrebno je ugraditi prečistač za zaštitu pumpe sa slijedećim stupnjem pročišćavanja:

Viskozitet	Presjek otvora na mrežici
do 40 mm <sup>2</sup> /s	0,0225 mm <sup>2</sup>
40 - 75 mm <sup>2</sup> /s	0,25 "
75 - 380 mm <sup>2</sup> /s	0,66 "
iznad 380 mm <sup>2</sup> /s	1,46-2,25 mm <sup>2</sup>

### 5. Centriranje

Pumpa i pogonski stroj međusobno su spojeni elastičnom spojkom preko spojnog nosača.

Disk spojke ima sa vratilom dosjed prema ISO tolerancijama.

Za navlačenje, odnosno skidanje spojki treba upotrijebiti odgovarajuće naprave. U svakom slučaju treba izbjegavati navlačenje spojki nabijanjem.

Elastično spajanje vratila uvijek se upotrebljava za direktan prijenos. Dobro centriranje između vratila pumpe i pogonskog vratila, smanjuje buku i uklanja habanje.



## 6 Hidro test - tlačna proba

Pumpe su u procesu proizvodnje podvrgnute hidrotestu. Cjevovod ispitujte na tlaku tako da pumpu ponovo ne podvrgavate hidroprobi, jer u protivnom može doći do oštećenja mehaničke brtve.

## 7. Priključak na elektromrežu

Elektromotor kao pogonski stroj vijčaste pumpe nije proizvod MPD-a već naših kooperanata: Rade Končar, Sever, Energoinvest, Elektrokovina, Siemens, Asea itd. Instrukcije za priključak na elektroinstalaciju nalaze se uz elektromotor. Vodite računa da priključenje izvrši ovlašteno lice.

## 8. Puštanje u rad

U pumpu uliti pumpani medij da se pokretanje ne vrši na suho. **POKRETANJE NA SUHO UNIŠTAVA PUMPU.**

Podesno mjesto za ulijevanje je na usisnom otvoru pumpe, ili se ono vrši tako da se demontira prekotlačni ventil sa pumpe, ako je isti na pumpi.

Pumpu je potrebno zaliti do donjeg nivoa usisne priрубnice. Izuzetak su uronjene pumpe, Provjeriti rukom (hvatanjem za spojku) da li se pumpa lagano okreće u smjeru strelice na pumpi. U protivnom pumpu ne puštati u rad, već ustanoviti razlog i otkloniti grešku.

- Provjeriti smjer vrtnje kratkotrajnim uključivanjem elektromotora. Smjer vrtnje treba biti u smjeru kako prikazuje strelica na pumpi.
- Otvoriti usisne i tlačne ventile.
- Pokrenuti pumpu. Kada pumpa "povuče" medij, mijenja se zvuk što je znak da je proces pumpanja počeo. Ako je buka intenzivna ili se pojačava isključiti EM (Vidi točku 10. - pronalaženje greške).
- Kod pumpi koje su opremljene sa regulacionim ventilima, izvršiti provjeru otvaranjem istog. Očitavanje tlaka vrši se na manometru, zatvaranjem tlačnog ventila.
- **Kod pumpi sa grijanjem pumpa mora biti potpuno progrijana prije puštanja u rad.**

Upute za regulacioni ventil sastavni su dio ovih Uputa ( u prilogu ).

Kod pumpi koje su isporučene bez regulacionog ventila preporučamo da na tlačni cjevovod ugradite regulacioni ventil radi zaštite pumpe i sustava.

## Održavanje

### 9.1. Kod remonta

Periodično ili tijekom remonta postrojenja poželjno je izvršiti pregled elemenata pumpe. Nakon demontaže izvršiti pregled:

- vijaka, odnosno stanje profila zavojnica, te utvrditi nije li došlo do habanja,
- tijela uloška (kućišta) gdje rotiraju vijci,
- kugličnog ležaja,
- mehaničke brtve,
- elastične spojke, odnosno stanje gumenih elemenata.

Ukoliko utvrdite bilo kakvu nepravilnost ili oštećenje kod bilo kojeg elementa pumpe, zamijenite ga novim.

### 9.2. Održavanje tijekom rada

U pravilu, tijekom rada vijčaste pumpe nije potrebno održavati, odnosno ne traže poseban nadzor.

### 9.3. Održavanje tijekom skladištenja

Skladište mora biti čisto, suho bez plinova i para koje izazivaju koroziju.

Ukoliko su pumpe smještene na otvorenom prostoru (izložene vanjskim utjecajima), trajnost konzervacije ( gore navedene ) se smanjuje, što je potrebno eksperimentalno utvrditi. Potrebna je vizualna kontrola nakon 3 mjeseca.

### 9.3.1. Konzervacija i dekonzervacija

Proizvođač konzervira pumpu za period od 6 mjeseci. Ako je potrebno uskladištenje za duži period, u tom slučaju potrebno je izvršiti novu konzervaciju pumpe na sljedeći način:

- Skinuti priрубnice sa brtvama na usisnoj i tlačnoj priрубnici pumpe,
- Kroz jednu od priрубnica uliti sredstvo za dekonzervaciju, do donjeg nivoa priрубnice,
- Ručno rotirati pumpu preko spojke što je moguće brže. Potrebno je izvršiti 10 do 20 okretaja.
- Otvoriti drenažni čep, te ispustiti sredstvo za dekonzervaciju. Bolji učinak postiže se skidanjem poklopca. Ostaviti da se pumpa ocijedi oko 30 min.
- Zatvoriti poklopac i drenažne čepove,
- Uлити sredstvo za konzervaciju do donjeg nivoa priрубnice,
- Ručno rotirati pumpu preko spojke što je moguće brže. Potrebno je izvršiti 10 do 20 okretaja,
- Ispustiti sredstvo za konzervaciju. Postupak je isti kao i kod dekonzervacije,
- Montirati poklopac i drenažne čepove kao i priрубnice sa brtvama na usisnu i tlačnu priрубnicu pumpe,
- Proizvođač pumpi koristi sredstvo za konzervaciju koje nije potrebno skidati ako se pumpa pušta u rad u periodu od 6 mj. nakon isporuke. Prije samog pokretanja elektromotora potrebno je pumpu ručno pokrenuti dva - tri okretaja te je potom pustiti u rad.

Dekonzervacija i ponovna konzervacija prekotlačnog ventila vrši se tako da se ventil skine sa pumpe i uroni u sredstvo.

Ventil se skida sa pumpe odvrtanjem vijka. Voditi računa da se ne oštete brtve.

### 10. Traženje greške

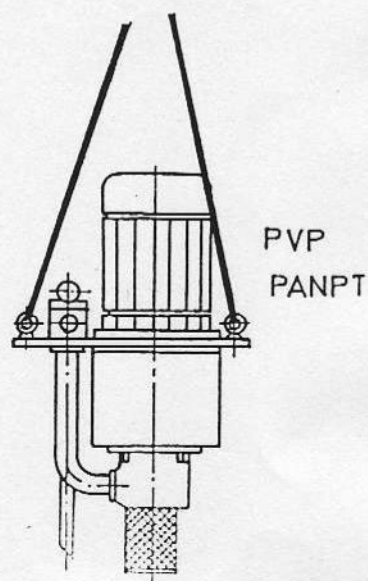
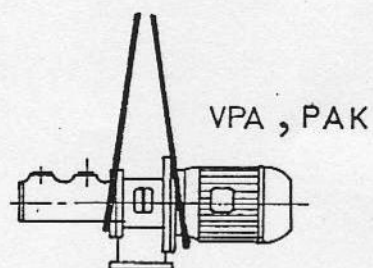
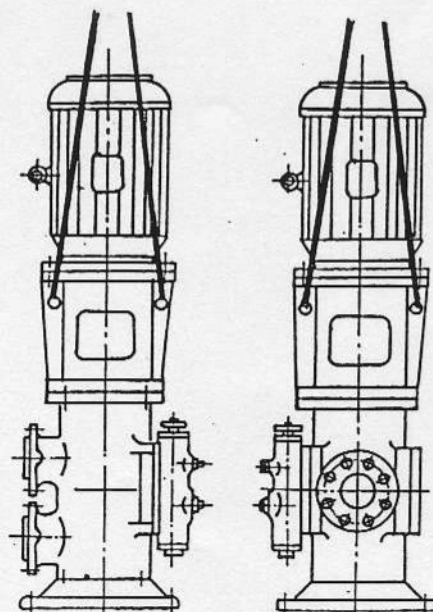
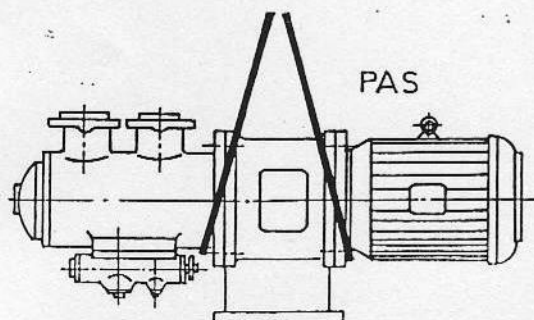
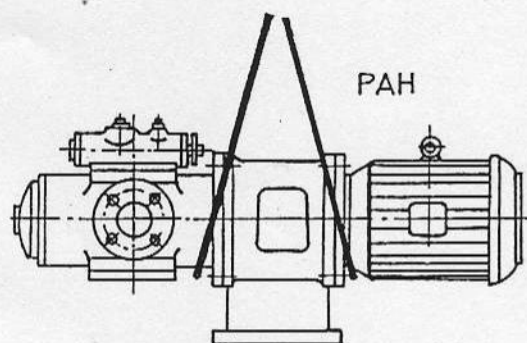
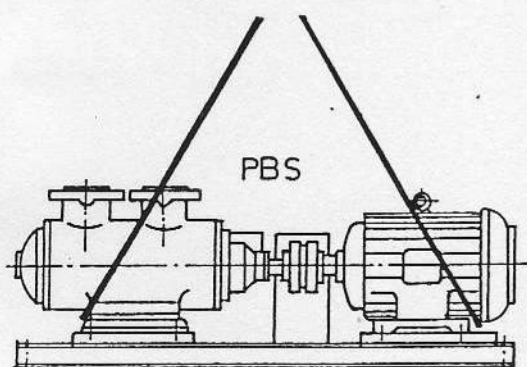
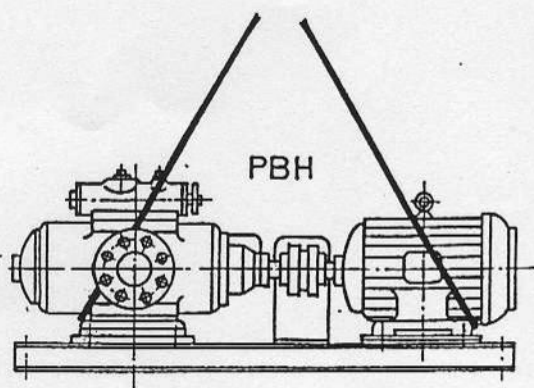
Svaka vijčasta pumpa nakon montaže pušta se u probni rad od nekoliko sati i otprema iz tvornice u besprijekornom stanju. Ako se kod puštanja u pogon pojave smetnje, greška se u većini slučajeva nalazi u instalaciji.

Sljedeća uputa olakšava pronalaženje uzroka smetnji, koje se mogu pojaviti kod puštanja u pogon ili tijekom dužeg korištenja u pogonu.

Smetnja	Uzrok	Otklanjanje
- premali kapacitet i pregrijavanje pumpe za vrijeme rada	- ventil na usisnom ili tlačnom vodu nije potpuno otvoren	- otvoriti ventile
	- prekotlačni ventil je podešen na premali tlak	- pomoću manometra prekotl.ventil podesiti na odgov.tlak
	- prečistač začepljen, predugačak usisni vod preveliki viskozit.fluida	- očistiti prečistač, rekonstruirati usisni vod
- preniski tlak	- premali protutlak u tlačnom vodu	- tlačni vod blokirati na željeni tlak
	- prekotlač.ventil podešen na premali tlak	- podesiti prekotlačni ventil
	- pumpa je nagrižena abrazijom	- zamijeniti nagrižene elemente



Smetnja	Uzrok	Otklanjanje
	- ulje je prehladno, povećan viskozitet	- zagrijati ulje na radnu temp.(ako se reg.ventil podesi na niži tlak, onda će optereć.motora u radu opasti. Kad ulje dođe na normalnu temp. te lako poteče, regulac.ventil podesiti na radni tlak)
	- maxim.snaga motora nije odabrana adekvatno	- zamijeniti motor odgovarajućim
	- zaštitni bimetal podešen na prenisku vrijednost	- zamijeniti bimetal odgovarajućim
- velika buka pumpe	- nedovoljni dotok ulja u pumpu	- usisni vod nepravilno dimenzioniran
	- usisni vod predugačak ili malog presjeka u odnosu na kapac.i viskoz.ulja	- buku je moguće eliminirati smanjenjem kapac.
	- prečistač začepljen	- čišćenje prečistača
	- zatvoren vent.na usis.strani	- ventil otvoriti
	- isparavanje fluida u usisnom dijelu pumpe zbog visoke temp.i niskog tlaka	- smanjiti temperaturu fluida
	- zrak prodire u usisni vod	- zatvoriti event.otvore na usisnom vodu.
- propuštanje na brtvi	- nepravilno centriranje između brtvenih površina	- provjeriti centričnost
		- prljavštinu ukloniti i ponovno brtvu montirati ukoliko nije došlo do oštećenja. Oštećenu brtvu zamijeniti novom.
	- meka brtva, nije dovoljno dotegnuta	- vidi Održavanje tijekom rada
- pogonski motor teško kreće ili se sam zaustavi	- protutlak sustava prevelik	- smanjiti otpore u tlačnom vodu



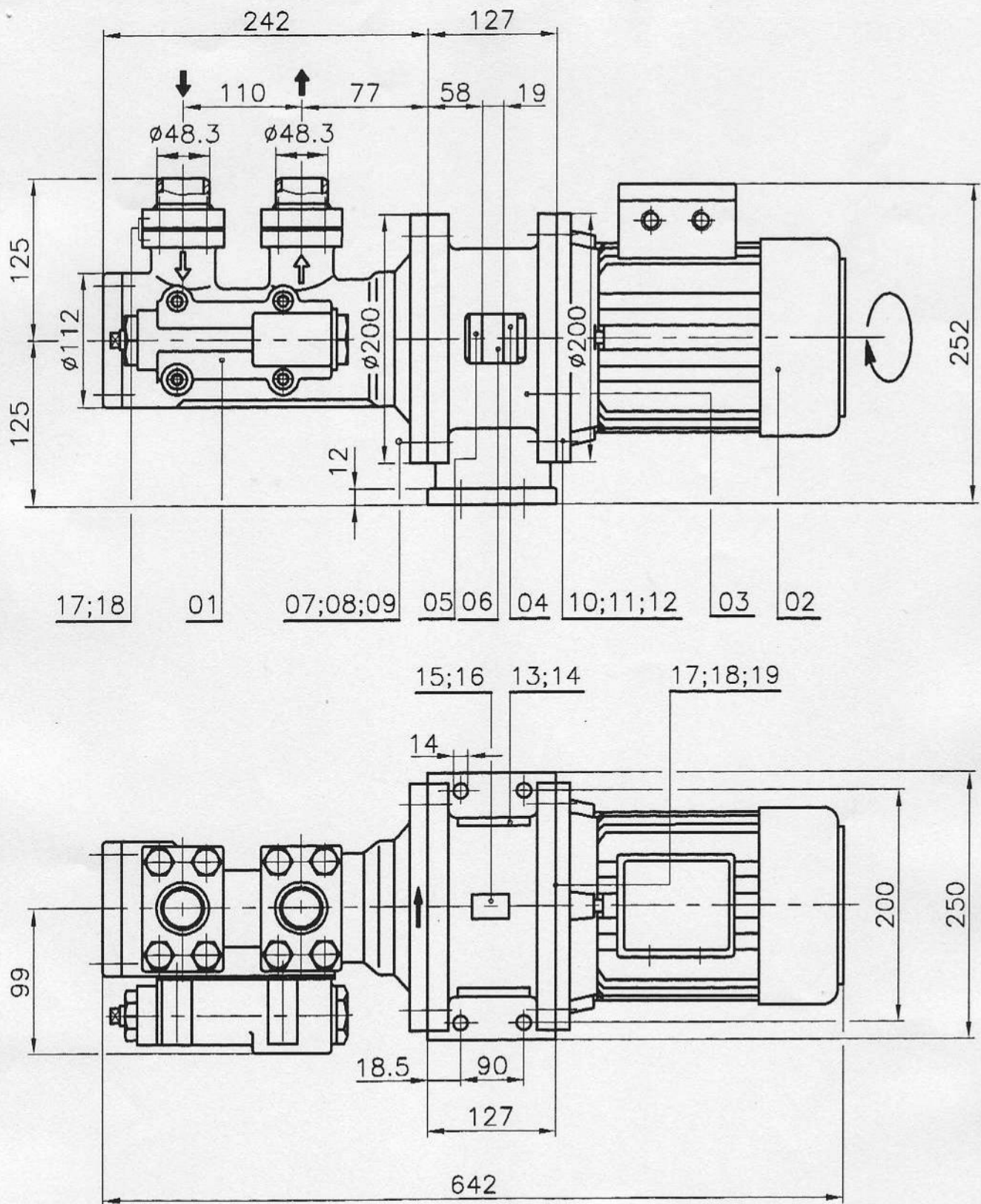


Izmjena	Izmjena sa	Izmjena na	Datum	Potpis	Izmjena	Izmjena sa	Izmjena na	Datum	Potpis
a					d				
b					e				
c					f				

19	Izolaciona brtva	.	1	tesnit	Ø200xØ130x1	.
18	Vijak	HRN M.B1.101	6	5.8	M5x10	pocinčano
17	Premosna traka	33.026.0620	3	.	.	.
16	Zakovica	HRN M.B3.011	4	Al	Ø2x5	.
15	Tablica proizvoda	MIS 1.0002/1	1	Al	Br.-5	.
14	Vijak	HRN M.B1.101	8	5.8	M5x10	.
13	Zaštita spojke	.	2	S235JRG (Č.0361)	1.5x80x105	perf. lim
12	Navrtka	HRN M.B1.601	4	8	M10	pocinčano
11	Podložna pločica	HRN M.B2.012	4	.	Ø11.5	pocinčano
10	Vijak	HRN M.B1.261	4	5.8	M10x25	pocinčano
09	Navrtka	HRN M.B1.601	4	8	M12	pocinčano
08	Podložna pločica	HRN M.B2.012	4	.	Ø14	pocinčano
07	Vijak	HRN M.B1.261	4	5.8	M12x30	pocinčano
06	Guma spojke	151.003	1	NBR (perbunan)	Ø90x17	.
05	Spojka pumpe	157.200	1	.	Ø90xØ16x30	.
04	Spojka motora	151.100	1	.	Ø90xØ24x50	.
03	Spojni nosač	33.100.1503	1	.	.	.
02	Elektromotor	B5/90L-2	1	.	.	prema K.G.P.
01	Vijčasta pumpa	3.000.7103	1	.	.	PAK-32-2KM
Poz.	Naziv	Oznaka	Kom.	Oznaka EN (HRN)	Dimenzija	Primjedba
	D I O			M A T E R I J A L		

Posebni zahtjevi:				SCREW PUMP UNIT			Listova	2
							List broj	1
cod-0	Datum	Ime i prezime	Potpis	Naziv			MPD TVORNICA PUMPI d.d. DARUVAR  33.000.1038	
Konstru.				AGREGAT VIJČASTE PUMPE				
Razradio	09.2005	Žarković S.		PAK-32-2KM/90L-2				
Crtao	09.2005	Žarković S.		Za proizvod:				
Pregledao	09.2005	Mr.sc. S.Golubić	<i>S.Golubić</i>					
Mjerilo	Kom. za objekat		Materijal	Sirove mjere	N. tez. kg.	B. tez. kg.	Naknada za	
							Zamjenjeno sa	





—Bojenje izvršiti temeljnom bojom u dva premaza na prethodno odmašćene površine.

Posebni zahtjevi:				SCREW PUMP UNIT			Listova	2
							List broj	2
cad-2	Datum	Ime i prezime	Potpis	Naziv			MPD TVORNICI PUMPI d.d.	
Konstru.				AGREGAT VIJČASTE PUMPE			DARUVAR	
Razradio	08.2002.	Žarković S.	SŽL	PAK-32-2KM/90L-2			33.000.1038	
Crtao	08.2002.	Žarković S.		Za proizvod:				
Pregledao	08.2002.	S.Golubić dipl.ing.		Sirove mjere			Naknada za	
Mjerila	Kom. za objekat	Materijal		N. tez. kg.			Zamjenjeno sa	
				B. tez. kg.				

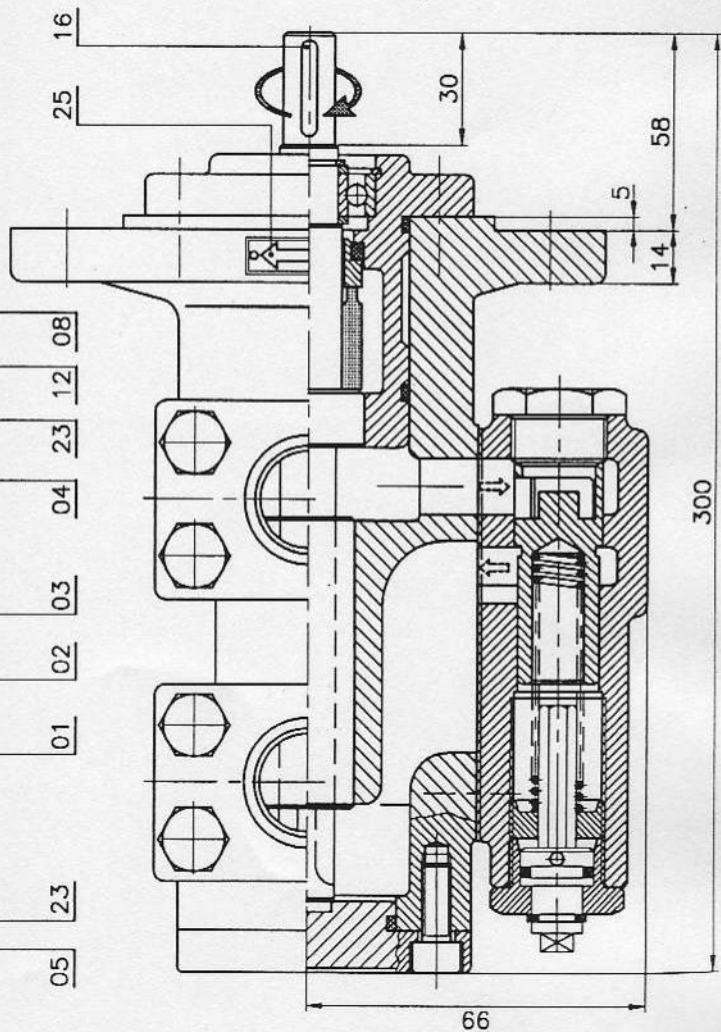
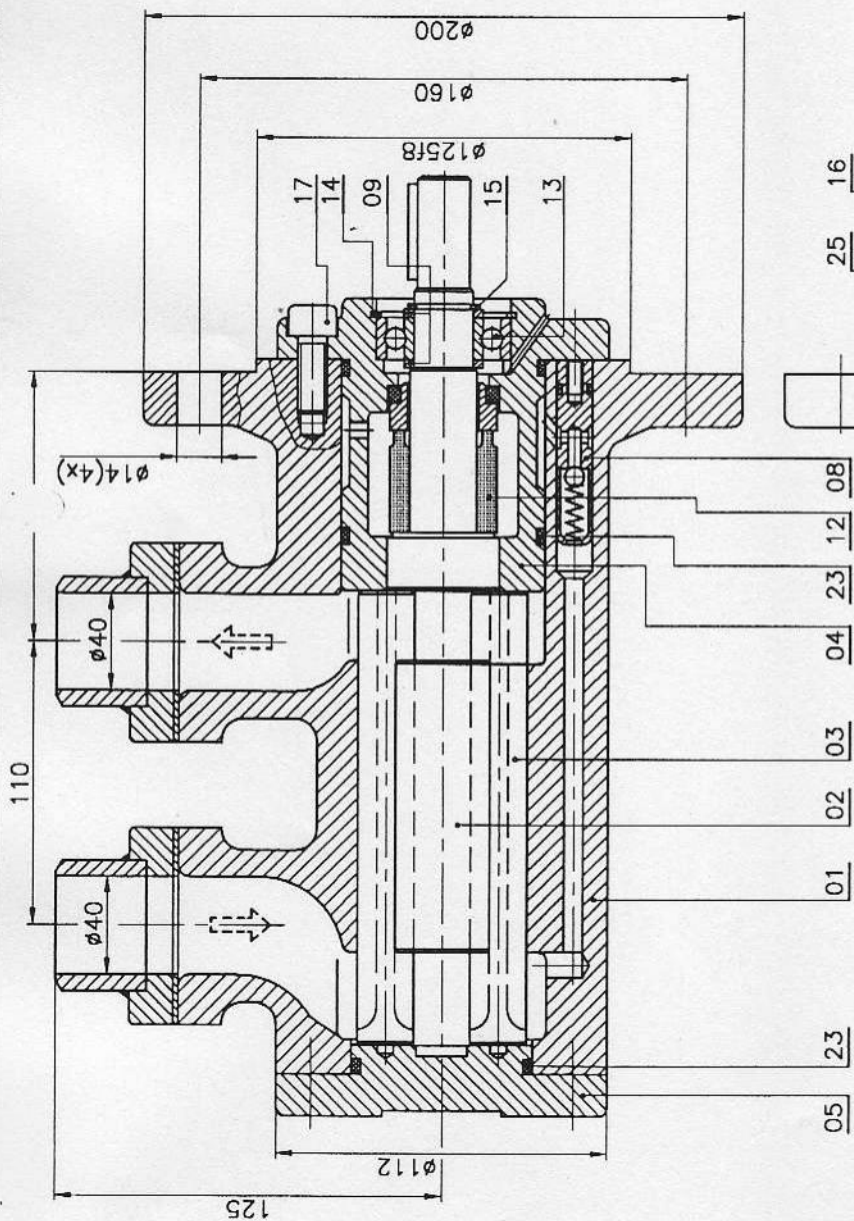
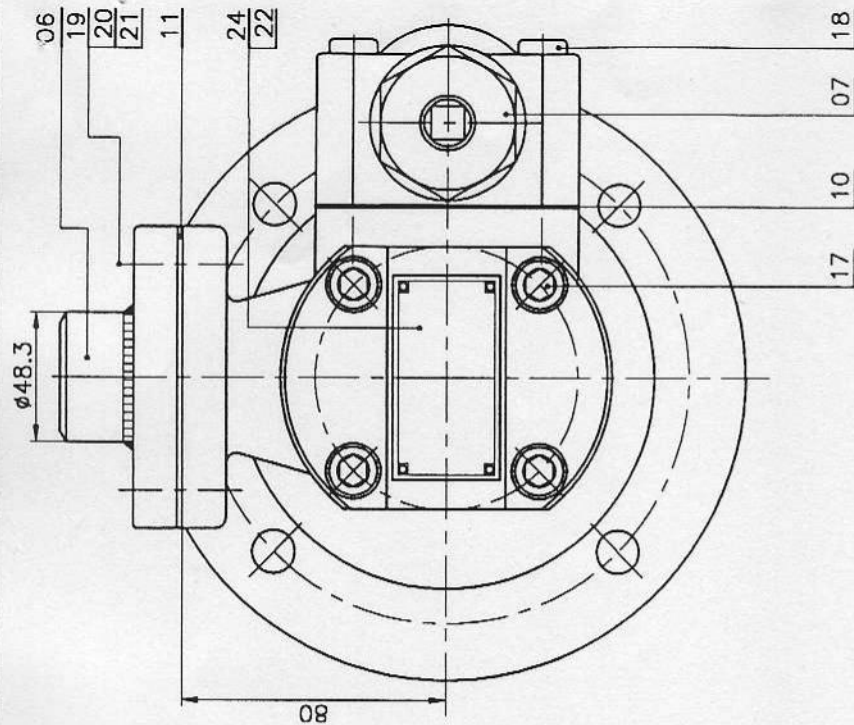
Izmjena	Izmjena sa	Izmjena na	Datum	Potpis	Izmjena	Izmjena sa	Izmjena na	Datum	Potpis
ⓐ	-	dodana poz. 26;27	19.01.2006.	SJZL	d				
b					e				
c					f				

27	Zaptivač	ⓐ	HRN M.C4.500	2	Cu	A-13x17	.
26	Čep	ⓐ	HRN M.B1.325	2	5.8	G1/4	.
25	Tablica smjera		MIS 1.0004	1	Al	velika	.
24	Tablica proizvoda		MIS 1.0002/1	1	Al	Br.-5	.
23	O-prsten		MIS 1.0005	3	Viton	70x64x3	.
22	Zakovica		HRN M.B3.011	6	Al	ø2x5	.
21	Navrtka		HRN M.B1.601	8	5	M10	pocinčano
20	Podloška		HRN M.B2.012	8	Č.00	ø11.5	pocinčano
19	Vijak		HRN M.B1.050	8	5.8	M10x40	pocinčano
18	Vijak		HRN M.B1.120	4	8.8	M8x50	pocinčano
17	Vijak		HRN M.B1.120	8	8.8	M8x20	pocinčano
16	Klin		HRN M.C2.060	1	Č.1530	5x5x25	.
15	Uskočnik		HRN M.C2.401	1	Č.2130	ø17	za vratilo
14	Uskočnik		HRN M.C2.400	1	Č.2130	ø40	za provrt
13	Kuglični ležaj		6203.2Z	1	.	ø17xø40x12	prema KGP
12	Mehanička brtva		DIN 24960K/U	1	.	ø18	prema KGP
11	Brtva		3.011.29153	2	Tesnit	.	.
10	Brtva		3.010.29153	1	Tesnit	.	.
09	Distantni prsten		3.009.7101	2	Č.1531	.	.
08	Jednosmjerni ventil		3.500.1051	1	.	.	.
07	Regulacioni ventil		612.000.023	1	.	.	RVK-20-03
06	Priključak		3.200.29153	2	.	.	.
05	Poklopac		3.005.7101	1	Č.1531	.	.
04	Ležište		3.004.7101	1	Č.1531	.	.
03	Vođeni vijak		3.003.7103	2	Č.1590 (Č.1531)	.	Nitrirano
02	Vodeći vijak		3.100.7103	1	Č.1590 (Č.1531)	.	Nitrirano
01	Kućište		3.001.7101	1	NL-42	.	MD-1100

Poz.	Naziv	Oznaka	Kom.	Oznaka	Dimenzija	Primjedba
	D I O			M A T E R I J A L		

Posebni zahtjevi:				SCREW PUMP			Listova	2
							List broj	1
cod-2	Datum	Ime i prezime	Potpis	Naziv VIJČASTA PUMPA PAK-32-2KM			MPD TVORNICA PUMPI d.d. DARUVAR	
Konstru.							3.000.7103	
Razradio	01.2001.	Žarković S.	SJZL					
Crtao	01.2001.	Žarković S.						
Pregledao	01.2001.	S. Golubić dipl.inž.	Golubić	Za proizvod:				
Mjerilo	Kom. za objekat		Materijal	Sirove mjere	N. tez. kg.	B. tez. kg.	Naknada za	
							Zamjenjeno sa	





Posebni zahtjevi:				SCREW PUMP		Listava	
Datum	Ime i prezime	Potpis		VIJČASTA PUMPA		Ulet broj	2
Konstr.				PAK-32-2KM		MPD TVORNICA PUMPI d.d.	2
Razradio	01.2001.	Zarkovic S.				DARUVAR	
Crtao	01.2001.	Zarkovic S.					
Pregledao	01.2001.	S. Golubic dipl.ing.					
Mjerilo	Kom. za objekat	Masstab					
Za proizvod:				Sirova mlije		N. tez. kg.	B. tez. kg.
						3.000.7103	
						Naprada za	

UPUTSTVO ZA MONTAŽU  
RUKOVANJE I ODRŽAVANJE



**TVORNICA PUMPI d.d.**  
**DARUVAR**

PETRA PRERADOVIĆA 73, 43500 DARUVAR, HRVATSKA  
TELEFONI: (043) 331-444, 331-251, FAX: (043) 331-191



1. UVODNE NAPOMENE

Regulacioni ventili se mogu primjeniti prvenstveno kao ventili sigurnosti i za održavanje konstantnog tlaka.

Ugrađuju se na vijčaste pumpe i primjenjuju se kao kratkospojni ili kao povratni. Podešeni su za podmazivajuće, nekorozivne i neabrazivne fluide do max. pogonske temperature 150°C

2. NAČIN DJELOVANJA

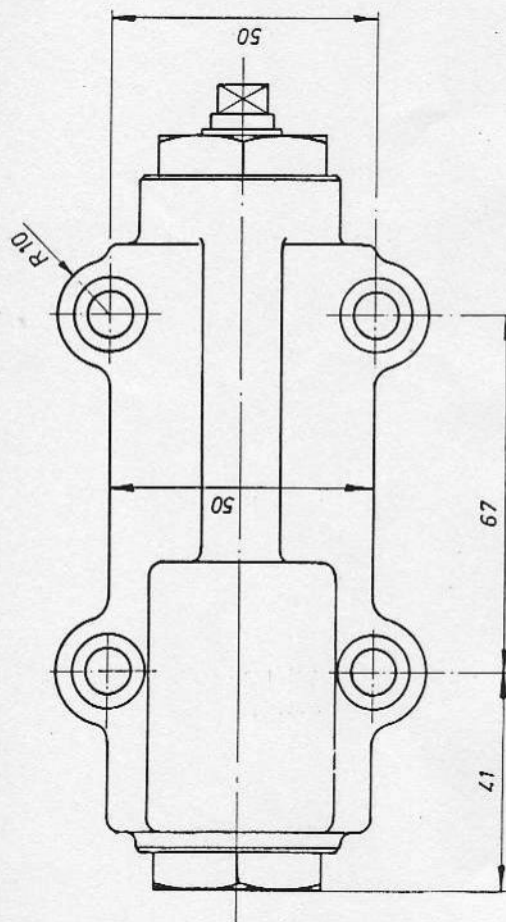
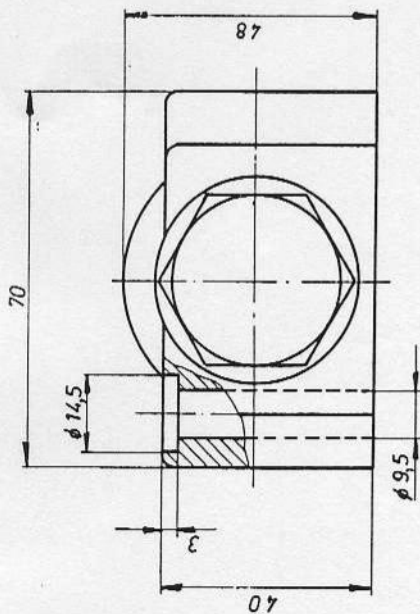
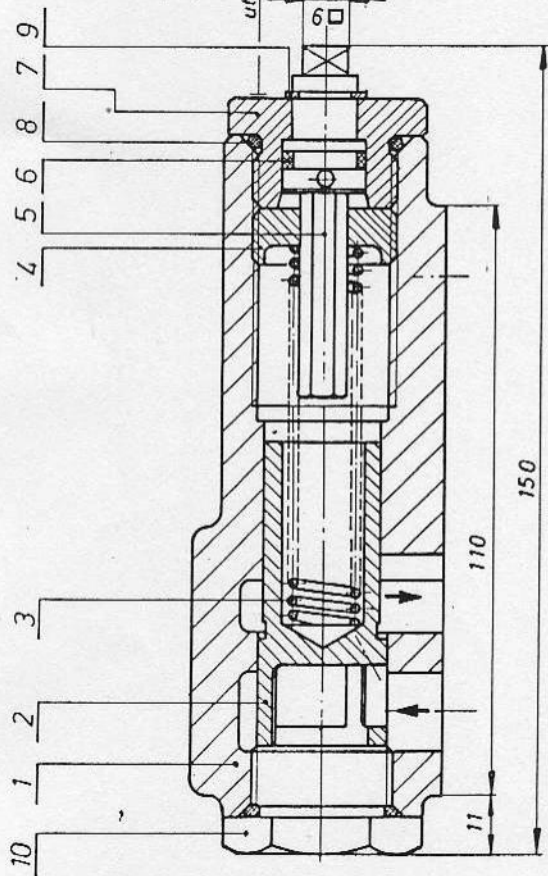
Radni medij ulazi kroz ulazni otvor kućišta ventila i silom tlaka djeluje na klip . Tlak se prenosi kroz rasteretne rupe u prostor iza klipa. Na taj način se hidraulički uravnoteži oko 75 % sile, a ostatak prihvaća opruga. Kada hidraulička sila bude veća od sile opruge, dolazi do otvaranja ventila, te medij struji od ulaza ka izlazu. Podešavanje visine tlaka vrši se pomoću *regulatora (poz.5)*. Zakretanjem udesno povećava se tlak otvaranja ventila.

3. TRAŽENJE GREŠAKA

Smetnja	Uzrok	Otklanjanje
- tlak opada	- tlačna opruga premorena	- montirati novu
	- provrt u klipu 3 začepljen	- demontirati, očistiti klip
	- sjedište ventila propušta	- brusiti dosjednu površinu
- ventil ne otvara	- tlačna opruga suveše napregnuta	- mehanizmom za podešavanje tlaka popustiti oprugu i podesiti na radni tlak
	- klip zaglavio	- demontirati, očistiti
- ventil ne zatvara	- tlačna opruga slabo napregnuta	- povećati preko mehanizma za reg.prednapon opruge
	- strano tijelo sprečava zatvaranje	- demontirati, očistiti
	- sjedište ventila propušta	- brusiti dosjednu površinu

4. UGRADNJA

Veličina pumpe PAK	Tip ventila
20, 25, 32, 38	RVK-20,03



10	ČEP	612.010.023	1	Č. 1530		
9	USKOČNIK	JUS MC2.401	1	Č.	Ø 12	
8	„O“-PRSTEN	MIS 1.0005	2	PERBUNAN N	Ø 30xØ 25x Ø 2,5	
7	ČEP	612.012.1022	1	Č. 1530		
6	„O“-PRSTEN	MIS 1.0005	1	PERBUNAN N	Ø 16xØ 12 x Ø 2	
5	REGULATOR PRITISKA	612.100.023	1			
4	NAVRTKA	611.006.025	1	Č. 1530		
3	OPRUGA	612.004.023	1	Č. 4230		Reg. B 5-16 bar
	OPRUGA	612.003.023	1	Č. 4230		Reg. A 0-5 bar
2	KLIP	612.002.023	1	Č. 4320		
1	KUČIŠTE VENTILA	612.001.023	1	SL 25		MD - 1101
Poz.	Naziv	Oznaka	Kom.	Oznaka	Dimenzije	Primjedba
				M A T E R I J A L		

Posebni zahtjevi:

Datum		Ime i prezime		Potpis		Naziv	
08. 91		Varga Zeljko				MPD TVORNICA PUMPI	
08. 91		Kovačić D.				I ARMATURA DARUVAR	
08. 91		Ing. Habjanec J.				612.000.023	
Mjerilo		Kom. sa objektom		Materijal		RVK - 20 - 03	
1:1						B. sed. kg.	
						B. sed. kg.	
						Zamjenjen sa	
						Zamjenjen sa	

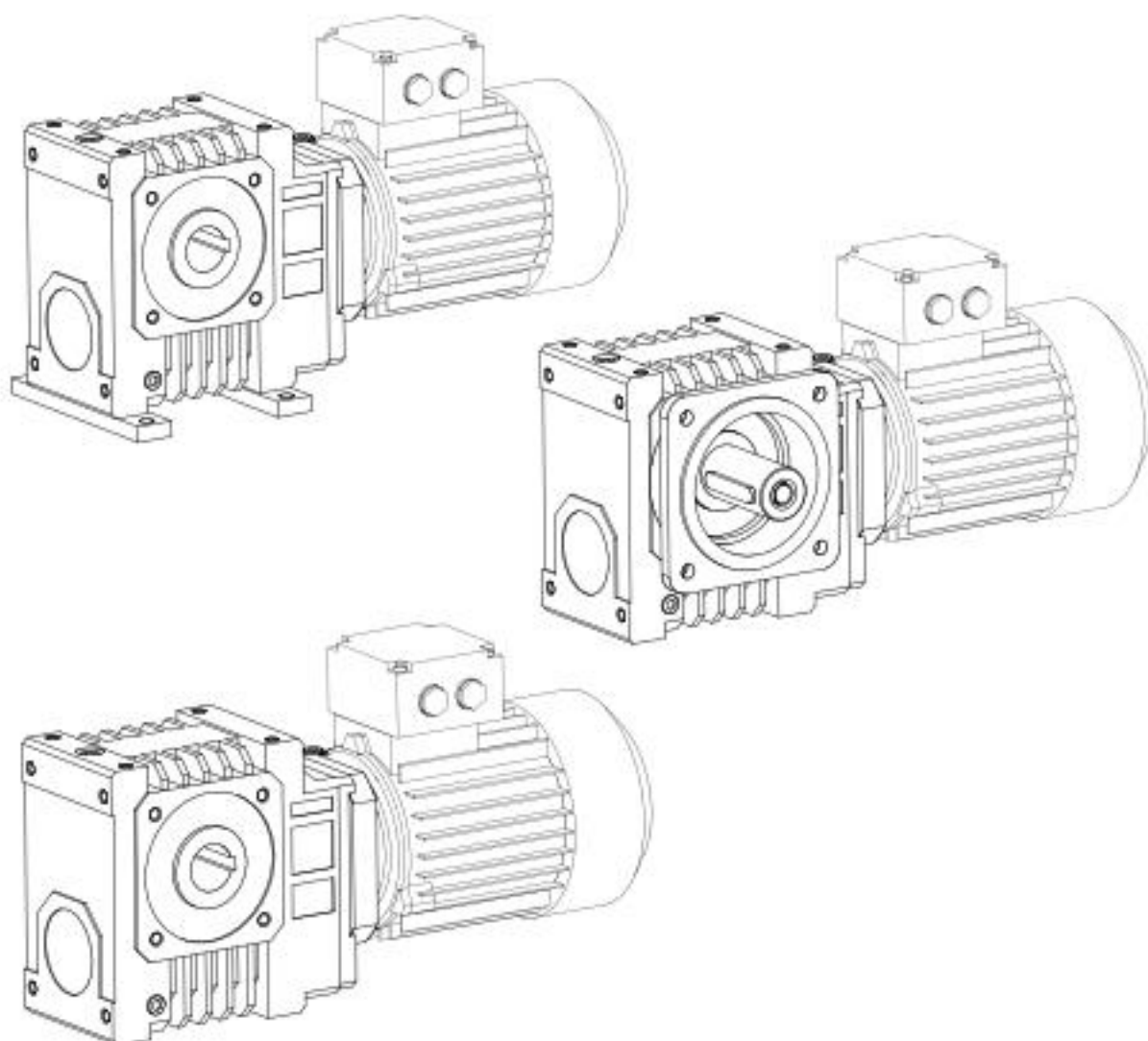
## **ii. UPUTE ZA RUKOVANJE REDUKTOROM TIP 2KG14**

## Geared motors

Operating Instructions

Edition 04.03

### Helical worm gearboxes Type 2KG14 Sizes S3 to S9



Order-Nº. 2KG1901-4AA00-0EA0  
IdNº. 214 664 44



SIEMENS AG  
Group Automation and Drives  
Division Standard Drives  
Postfach 3269  
D-91050 Erlangen  
Germany

[www.siemens.com/gearedmotors](http://www.siemens.com/gearedmotors)

The copying and relaying of this documents as well as the use of parts is not allowed, as not assigned rights at publication are told. The infringement will cause compensations. All rights are reserved, especially in case of patents or the registration of ornamental design.

**Exemption from liability:**

We have checked the contents of this document concerning to the conformity of the described hard- and software. Although, we cannot exclude divergences; therefore we do not guarantee the full conformity. The content of this document is regularly checked and necessary corrections are always added or incorporated into the following editions. In case of proposals for improvement, we are thankful for a message.

### Further operating instructions and documents

Depending on the present type, additionally the following operating instructions and documents have to be pointed out:

Description	Type	Order-N°
<b>Information and commissioning instructions</b>		
Helical geared motors	2KG11	2KG1900-1AA00-0AA0
Offset shaft geared motors	2KG12	2KG1900-2AA00-0AA0
Angular geared motors	2KG13	2KG1900-3AA00-0AA0
Helical worm geared motors	2KG14	2KG1900-4AA00-0AA0
<b>Operating instructions</b>		
Three phase motors	2KG1	2KG1901-0AA00-0EA0
Helical gearboxes	2KG11	2KG1901-1AA00-0EA0
Offset shaft gearboxes	2KG12	2KG1901-2AA00-0EA0
Angular gearboxes	2KG13	2KG1901-3AA00-0EA0
Rotary pulse encoder	1XP8002-1 1XP8002-2	517.30777.30 517.30777.30
Spring loaded brake	2LM8002 – 1NL10 2LM8005 – 2NL10 2LM8010 – 3NL10 2LM8020 – 4NL10 2LM8040 – 5NL10 2LM8060 – 6NL10 2LM8100 – 7NL10	610.43431.21 610.43431.21 610.43431.21 610.43431.21 610.43431.21 610.43431.21 610.43431.21
Energy plug ECOFAST	--	610.40038.21
MICROSTARTER	--	610.43400.02
Inverter	6SE96	6SE9996-0XA71
Inverter	MM411	6SE6400-5CA00-0BP0
<b>Catalogue geared motors</b>	<b>M15</b>	<b>E86060-K1715-A101-A2</b>
<b>Catalogue helical worm geared motors</b>	<b>M15.1</b>	<b>E86060-K1715-A111-A1</b>
<b>SGM-Designer CD-Rom</b>		<b>E86060-D5202-A100-A1</b>
<b>Repair parts lists</b>		
Three phase motors	2KG1	2KG1902-0AA00-0EA0
Helical gearboxes	2KG11	2KG1902-1AA00-0EA0
Offset shaft gearboxes	2KG12	2KG1902-2AA00-0EA0
Angular gearboxes	2KG13	2KG1902-3AA00-0EA0
Helical worm gearboxes	2KG14	2KG1902-4AA00-0EA0

# Content

	<b>Definitions, warnings</b>	<b>5</b>
	<b>General</b>	<b>6</b>
<b>1</b>	<b>Description</b>	<b>8</b>
1.1	Connection Motor - Gearbox	8
1.2	Rating disc	8
1.3	Structure of order number	9
<b>2</b>	<b>Operating</b>	<b>10</b>
2.1	Transport	10
2.2	Storage	10
2.3	Erection of the helical worm gearbox	11
2.3.1	Lubricant quantities	12
2.3.2	Mounting of the helical worm gearbox with solid shaft	15
2.3.3	Fitting of hollow shaft with key way	16
2.3.4	Fitting of hollow shaft with shrink disk	18
2.3.5	Connection of torque support	19
2.4	Commissioning	21
2.4.1	Pre-Conditions	21
2.4.2	Tests during commissioning	21
<b>3</b>	<b>Maintenance and service</b>	<b>22</b>
3.1	Checking before start up to work and during work	22
3.2	Gearbox / Lubrication	22
3.3	Assembling and disassembling of directly driven-in motor	24
3.3.1	Sizes S3 – S9 (2 stage)	24
3.3.2	Sizes S6 – S9 (3 stage)	25
<b>4</b>	<b>Technical Data</b>	<b>27</b>

## Definitions, warnings

### Qualified staff

Following these operating instructions resp. the warning advices on the product itself, qualified staff are persons who are familiar with the erection, assembling, commissioning and operating of the product and who are qualified resp. in:

- ♦ education and training resp. who have the allowance to switch off / on, earthen or mark electrical circuits and units following the standards of security rules.
- ♦ education and training in maintenance and use of matching security equipment following to the standards of security rules.
- ♦ training in First Aid.

### Danger

Following these operating instructions and the warning advices on the product itself, danger means, that death, heavy bodily injury or serious damage **will be caused**, if the relevant precautionary measures are not fulfilled.

### Warning

Following these operating instructions and the warning advices on the product itself, warning means that death, heavy bodily injury or serious damage **may be caused**, if the relevant precautionary measures are not fulfilled.

### Attention

Following these operating instructions and the warning advices on the product itself, attention means that bodily injuries or damages **may happen**, if the relevant precautionary measures are not fulfilled.

### Notice

Following these Operating instructions, notice means that an important information about the product or the relevant part of the Operating instructions is made which shall be noticed very carefully.



---

### Warning

During operation of electrical units, several parts of the units are in general under dangerous, electrical power.

In case of non-observance of the warning advices, heavy bodily injury or serious damage may be caused.

Only qualified staff shall work at this unit or nearby.

This staff has to be fully familiar with all warnings and maintenance actions according to these operating instructions.

The proper and safe Operating of this unit affords the appropriate transport, professional storage and erection as well as the careful handling and maintenance.

National security rules have to be followed.

---



## General

### Intended usage

The gearboxes are approved for all travelling, lifting or turning motions in industrial applications. While using these drives, it is necessary to regard the field conditions (e.g. protection class, ambient temperature, site altitudes).

### Incorrect Operatings, possible misuse

Under certain conditions, the Operating of geared motors is improper, because it can result in malfunctions, faults in equipment or threat to life or physical condition will come up e.g.:

- ◆ acidic and corrosive air for cooling.
- ◆ Operating outside of the permitted temperature range.
- ◆ Operating beyond normal air pressure (Otherwise, the adjustment of power may be necessary).
- ◆ Operating under conditions of high humidity or the danger of splashwater.
- ◆ manipulation of electrical components.

Safety devices must not be rendered inoperable or modified or used in any way other than they have been designed for.

### Warning

The relevant national accident prevention regulations and the general safety conditions have to be observed during the Operating of our products in order to avoid accidents and damages to the machines. If the safety instructions given in these Operating instructions are not observed in any way, personal injury or even death can result.

### Danger

Warning: Dangerous voltage!

The geared motors are connected to the mains voltage supply. Any contact to live parts can cause heavy bodily injuries or even death.

### Commissioning of the helical worm geared motors

Carry out the commissioning only

- ◆ if you have read these operating instructions and if the operator has given you a complete instruction.
- ◆ if these operating instructions are available for reference at the place of operating.
- ◆ if you are qualified staff / skilled labour.
- ◆ if you are not under influence of drugs, alcohol or medicine which may affect your capacity of reaction.
- ◆ if you comply with the general accident prevention regulations, the operating instructions and the commissioning rules.

**Additional security advices**

Maintenance and installation shall be only done by you,

- ◆ if you are skilled labour.
- ◆ if the motors are switched off from power.
- ◆ if no hazards exist (e.g. hazard of crushing, slipping, etc).
- ◆ if the motors are secured against switching on.
- ◆ if all cables or terminal connections or other parts are free of power (check with a voltmeter).
- ◆ if you are working with insulated tools.
- ◆ if you are using genuine spare parts.



# 1 Description

The model range is covered by 7 gearbox sizes. The sizes S3 and S4 have a housing of high quality pressure gravity die-cast aluminium alloy. This guarantees high stability for high performance and low deadweight.

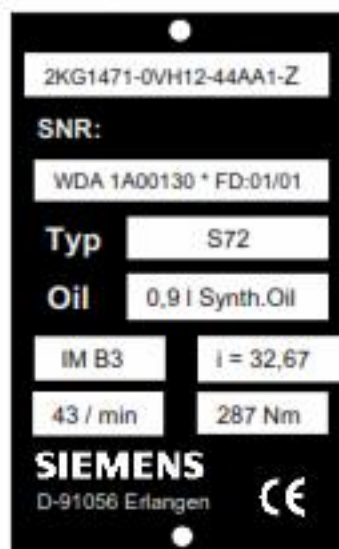
The sizes S6 to S9 feature a grey cast iron housing.

The gearboxes are basically two-staged. The sizes S6 to S9 can be provided with an intermediate stage and are then three-staged.

## 1.1 Connection motor - gearbox

The motor is driving the gearbox as "direct drive input". That means, the motor is flange-mounted directly driven into the gear.

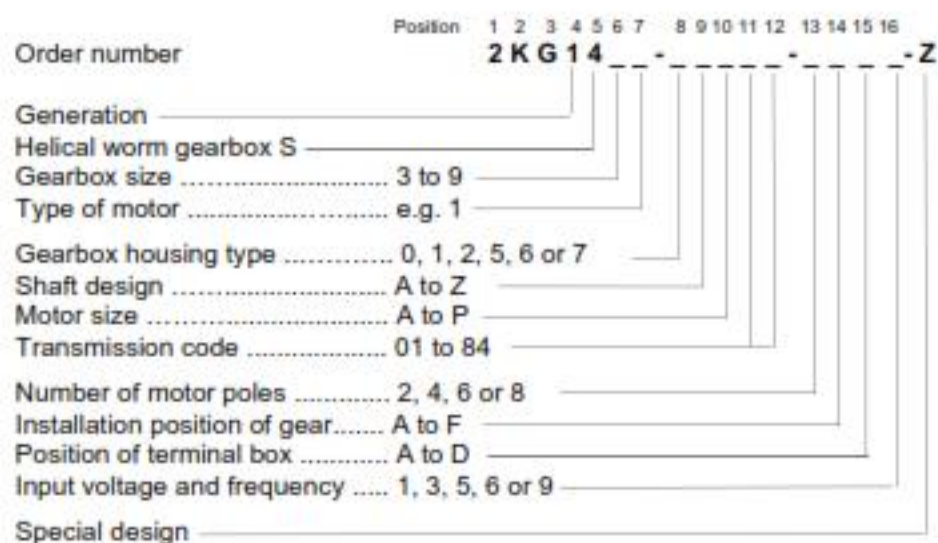
## 1.2 Rating disc



Picture 1-1 Example for rating disc of helical worm geared motor

Order-N° geared motor	2KG1471-0VH12-4AA1-Z
Serial- N° / manufacturing date	WDA 1A00130 * FD:01/01
Gearbox type	S72
Quantity of oil / type	0,9 l Synthetic oil
Type of construction	IM B3
Transmission ratio	i = 32,67
Output speed	43 / min
Output torque	287 Nm

## 1.3 Structure of order number



## 2 Operating

### 2.1 Transport

For transport, the provided transporting eyelets are to be used.

Explanation of the symbols on the packaging:



This way up



Fragile



Keep dry



Protect against heat



Top-heavy



No use of  
hand hooks



Attach sling here



Centre of gravity

#### Attention

While transporting the gearbox, you have to be very careful to avoid damages through violent impact e.g. through careless loading and unloading.

### 2.2 Storage

The storage of gearboxes demands for conditions as followed:

- ♦ dry rooms with slight fluctuations of temperature.
- ♦ in the same position as for provided Operating.
- ♦ prevented against dust and moisture.
- ♦ on wooden base frames.
- ♦ free from vibrations (no impacts).

The stacking of gears is forbidden.

#### Indication

If not contractual stipulated, a standard conservation is used which includes a guarantee time of six month.

The period of guarantee starts with the day of delivery.

Attention! In case of storage terms longer than six month, the gearbox may take damage!

## 2.3 Erection of the helical worm geared motor

Before erection, it has to be checked whether no damages through transport or storage occurred as e.g. corrosion, leakages, deformations or ruptures.

**Attention! Do not clean drives with air pressure!**

The standard drives are adapted for Operating under normal industrial conditions. If there are deviations concerning to ambient temperature, atmospherical pressure or air humidity, the helical worm geared motor has to be prepared with optional equipment or features (see rating disc).

Normal conditions are:

Ambient temperature:	from –10 °C to +40 °C
Site altitudes:	up to 1000 m above sea level

The site at which the helical worm geared motor is installed must be designed in such way as:

- ♦ Air may circulate to allow heat to be exchanged and heated air is not directly sucked in again.
- ♦ No residue from operating processes can accumulate on the geared motor, fall between the drive elements or damage the sealing ring.
- ♦ The oil inlet and outlet and rating disc are accessible.

Before erecting the helical worm geared motor, it has to be checked whether it will be operated following the mounting position described on the rating disc. The oil quantity is adjusted to the mounting position.

**Gearbox sizes S3 – S9:**

A breather valve is supplied as standard. This must be fitted at the highest point of the gearbox in place of the oil inlet screw.

The breather valve will be fixed with a band to the gearbox for delivering.

The position of breather valve, oil input and output – see chart 2-2.

Tightening torques see chart 3-1.

### Special advices for the erection of the helical worm geared motor

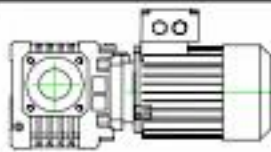
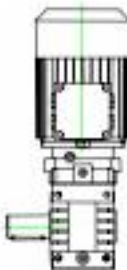
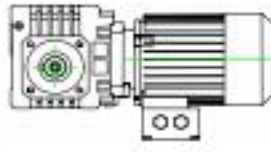

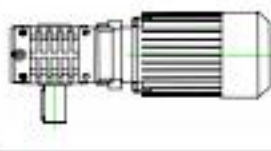
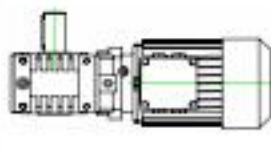
For types of construction with air inlet from the top, a canopy is recommended. With the air inlet from the bottom, a cover **must be provided by the customer** to prevent any foreign bodies from falling into the fan.

At motors with outlets for condensed water, which may be closed with bolting screws, the outlets have to be in the deepest position of the mounted motor; otherwise it may happen that water enters the motor. In case of change of the mounting position of the helical worm geared motor, the outlets which are not used any more have to be plugged and sealed everlasting.

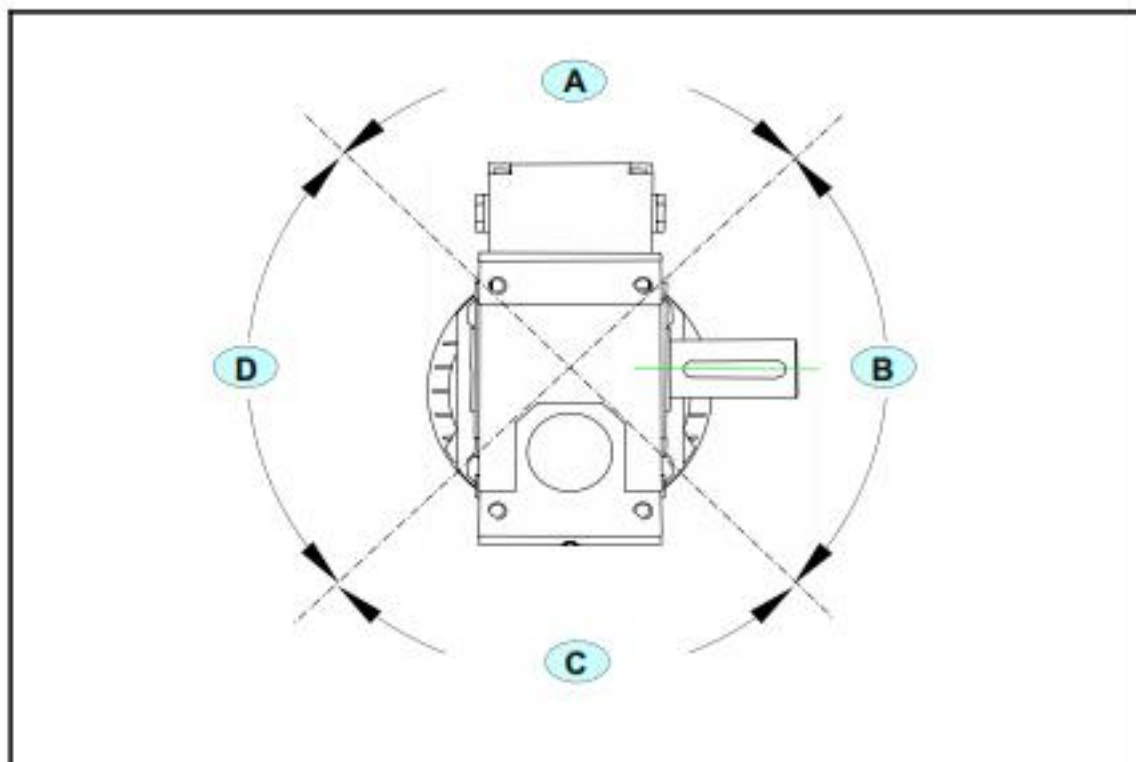


### 2.3.1 Lubricant quantities

Chart 2-1 Lubricant quantities in litres in dependence on size of gearbox and mounting position

Mounting position	Size of gearbox										
	S3	S4	S5	S6		S7		S8		S9	
				S62	S63	S72	S73	S82	S83	S92	S93
	Transmission i resp. from ... to ...										
	6,49 258	6,49 258	8,92 347	7,40 433	240 1837	8,77 511	283 2167	7,58 457	385 2847	8,70 528	444 3400
 <b>A</b>	0,4	0,4	0,55	0,8	1,2	0,9	1,3	1,5	1,7	1,7	1,9
 <b>B</b>	0,4	0,4	0,55	1,2	1,5	1,3	1,6	2,1	2,5	2,4	2,8
 <b>C</b>	0,5	0,5	0,65	1,2	1,5	1,3	1,6	1,9	2,3	2,1	2,5
 <b>D</b>	0,5	0,5	0,65	1,2	1,5	1,3	1,6	1,9	2,3	2,1	2,5
 <b>E</b>	0,4	0,4	0,55	0,8	1,2	0,9	1,3	1,5	1,7	1,7	1,9
 <b>F</b>	0,4	0,4	0,55	0,8	1,2	0,9	1,3	1,5	1,7	1,7	1,9

In angled mounting positions the quantity of lubricants depend on the positions as described in picture 2-1.



Picture 2-1 Quantity of lubricants in angled mounting positions



## Overview type of construction / mounting position S3 – S9

The gearboxes have to be operated with the type of construction and in the mounting position which is shown on the rating disc.

Explanation of the symbols:



Breather valve

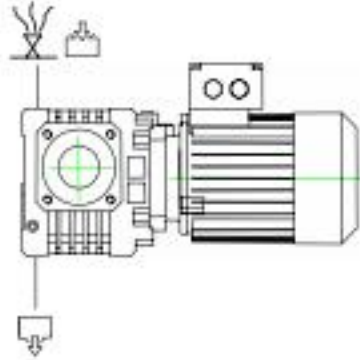
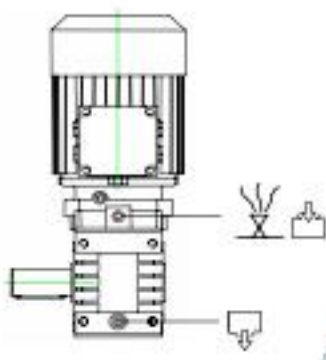
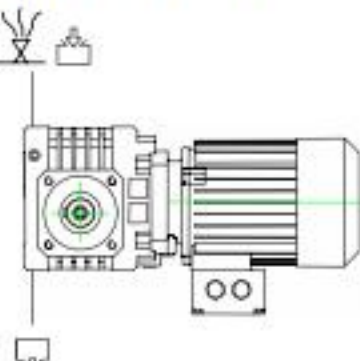
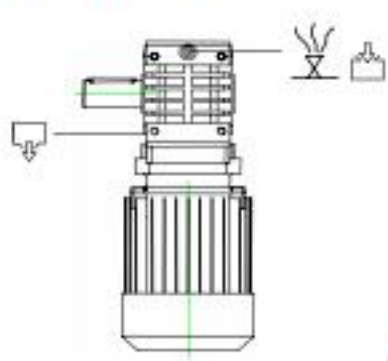
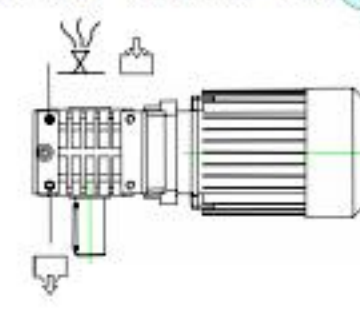
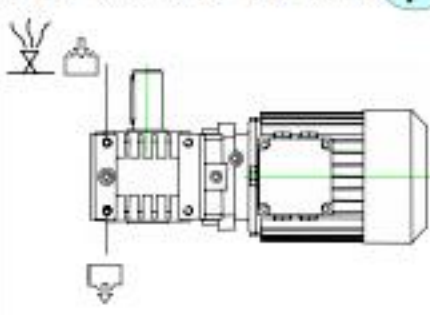


oil inlet



oil outlet

Chart 2-2 Type of construction and mounting position gearbox sizes S3 – S5

<p>B 14.0 B 5.0 B 3.0 B 7.2 B 14.6 B 5.6 B 3.1 B 7.3</p>  <p style="text-align: right;"><b>A</b></p>	<p>B 14.1 B 5.1 B 6.0 B 3.2 B 14.7 B 5.7 B 6.1 B 3.3</p>  <p style="text-align: right;"><b>B</b></p>
<p>B 14.2 B 5.2 B 8.0 B 6.2 B 14.8 B 5.8 B 8.1 B 6.3</p>  <p style="text-align: right;"><b>C</b></p>	<p>B 14.3 B 5.3 B 7.0 B 8.2 B 14.9 B 5.9 B 7.1 B 8.3</p>  <p style="text-align: right;"><b>D</b></p>
<p>V 18.0 V 1.0 V 1.3 V 5.0 V 5.2 <b>E</b> V 19.1 V 3.1 V 3.2 V 6.1 V 6.3 <b>F</b></p> 	<p>V 19.0 V 3.0 V 3.2 V 6.0 V 6.2 <b>E</b> V 18.1 V 1.1 V 1.3 V 5.1 V 5.3 <b>F</b></p> 

### 2.3.2 Mounting of the helical worm gearbox with solid shaft

The mounting position resp. the flanging face have to be in such a condition that no compulsory forces through mounting distortions will be transmitted into the gearbox housing. For the correct mounting of the helical worm gearbox to the construction the following conditions concerning to the screwed connections have to be fulfilled:

Chart 2-3 Tightening torques for **foot-mounted type** to the construction

Gearbox size	Bolt DIN 6912	Washer DIN 125	Tightening torque [Nm]
S3	(4x) M8, strength 8.8	A 8,4	24
S4	(4x) M8, strength 8.8	A 8,4	24
S5	(4x) M10, strength 8.8	A 10,5	47
S6	(4x) M10, strength 8.8	A 10,5	47
S7	(4x) M12, strength 8.8	A 13	77
S8	(4x) M12, strength 8.8	A 13	77
S9	(4x) M12, strength 8.8	A 13	77

Chart 2-4 Tightening torques for **flange-mounted type** to the construction

Gearbox size	Bolt DIN EN ISO 4762 DIN EN ISO 4014	Washer DIN 125	Tightening torque [Nm]
S3	(4x) M8, strength 8.8	A 8,4	24
S4	(4x) M8, strength 8.8	A 8,4	24
S5	(4x) M10, strength 8.8	A 10,5	47
S6	(4x) M10, strength 8.8	A 10,5	47
S7	(4x) M12, strength 8.8	A 13	77
S8	(4x) M12, strength 8.8	A 13	77
S9	(4x) M12, strength 8.8	A 13	77

Flanges:

Tolerance of centering edge acc. to DIN 42948:

- ISO j6.

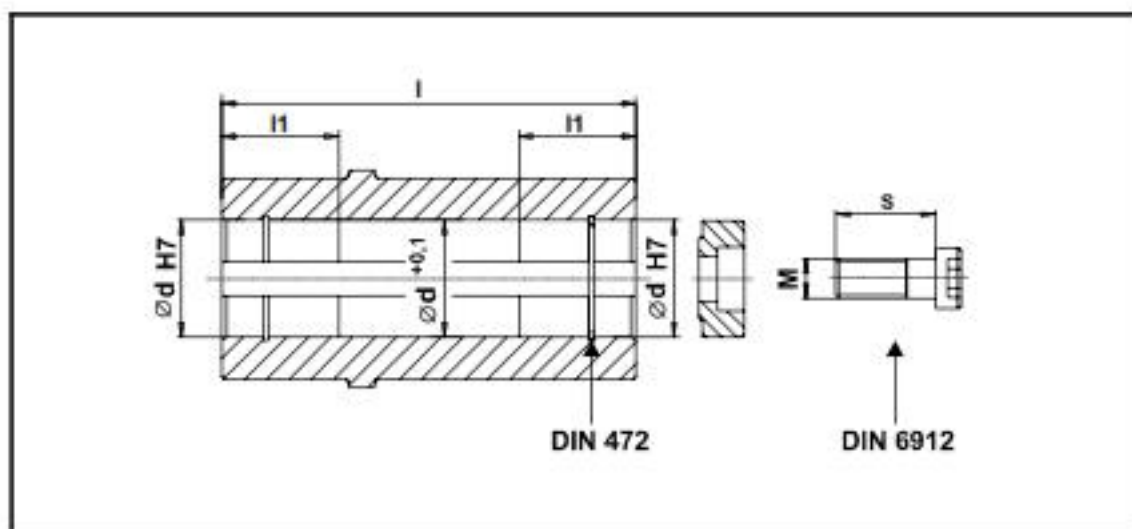
Before fitting of the drift elements like clutches, chain sprockets, gear wheels or belt pulleys, the drift shaft must be cleaned carefully from the corrosion protection.

**Regard the tolerance of the detergent with the shaft seal!**

The drift elements may only be fitted or removed with suitable devices, if necessary under use of the centering drilling following DIN 332 in the shaft extension. To warm up the hub on approximately 100 °C is advisable.

The drift element must be fixed on shaft in the position specified for the drive arrangement. The manufacturer's recommendations relating to pretension settings and maintenance must be complied with in the case of chains and wheels.

### 2.3.3 Fitting of the helical worm gearbox in hollow shaft with key way



Picture 2-2 Dimensions of hollow shaft design

Chart 2-5 Overview: Dimensions for fitting

Gearbox size	d [mm]	s [mm]	M..	l [mm]	l1 [mm]	Mounting kit hollow shaft
S3	20	20	M6	100	33	1XP8080
	25	25	M10	100	33	1XP8081
	30	25	M10	109	33	1XP8082
S4	20	20	M6	100	33	1XP8080
	25	25	M10	100	33	1XP8081
	30	25	M10	100	33	1XP8082
S5	25	25	M10	109	31	1XP8081
	30	25	M10	109	31	1XP8082
	35	30	M12	109	31	1XP8083
S6	30	25	M10	124	35	1XP8082
	35	30	M12	124	35	1XP8083
	40	40	M16	124	35	1XP8084
S7	40	40	M16	124	35	1XP8084
	45	40	M16	124	35	1XP8085
S8	40	40	M16	144	37	1XP8084
	45	40	M16	144	37	1XP8085
S9	50	40	M16	154	39	1XP8086
	60	50	M20	154	39	1XP8087

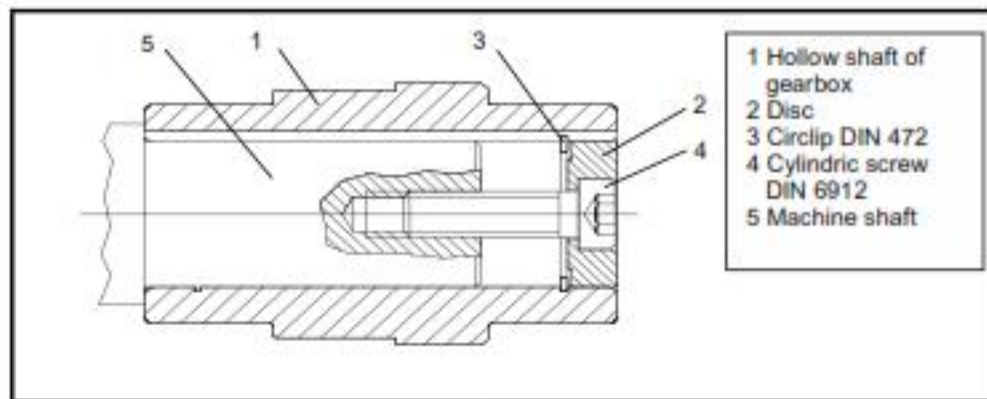


Prior to the beginning of the installation it has to be checked, whether the machine shaft and the hollow shaft of the driving gear are free of damage, show no burrs and are not polluted through foreign bodies. The machine shaft must be furnished with a centre drilling with a thread acc. to DIN 332 and has to be greased slightly with common grease.

Fitting of the helical worm gearbox:

- ◆ The fitting of the gearbox must be carried out with a thread bar or hydraulic device.
- ◆ The dimensions are shown in the chart 2-5 „Overview: Dimensions for Fitting“.
- ◆ The machine shaft must be led on both seats in the hollow shaft.

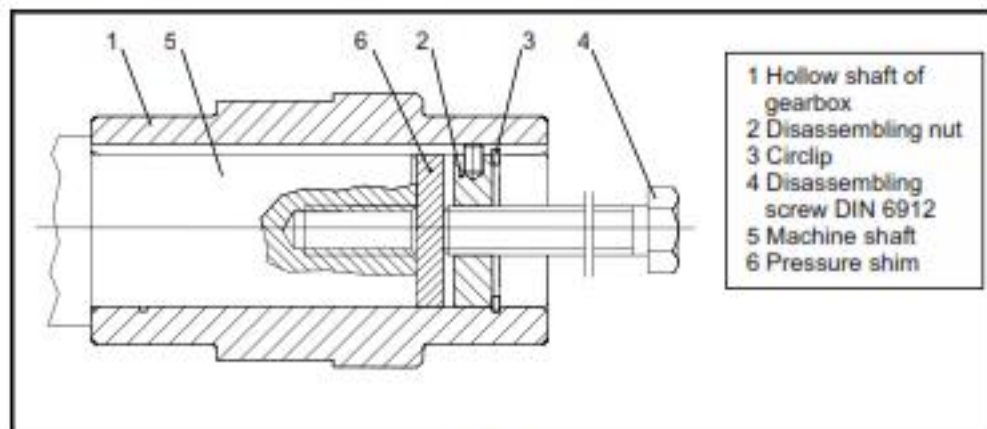
Insert retaining ring (Pos. 3) and disc (Pos. 2) into the hollow shaft and fix it with the screw (Pos. 4) from the fixing set (see Chart 2-5).



Picture 2-2 Principle sketch of the Fitting mechanism

### Disassembling of the helical worm gear

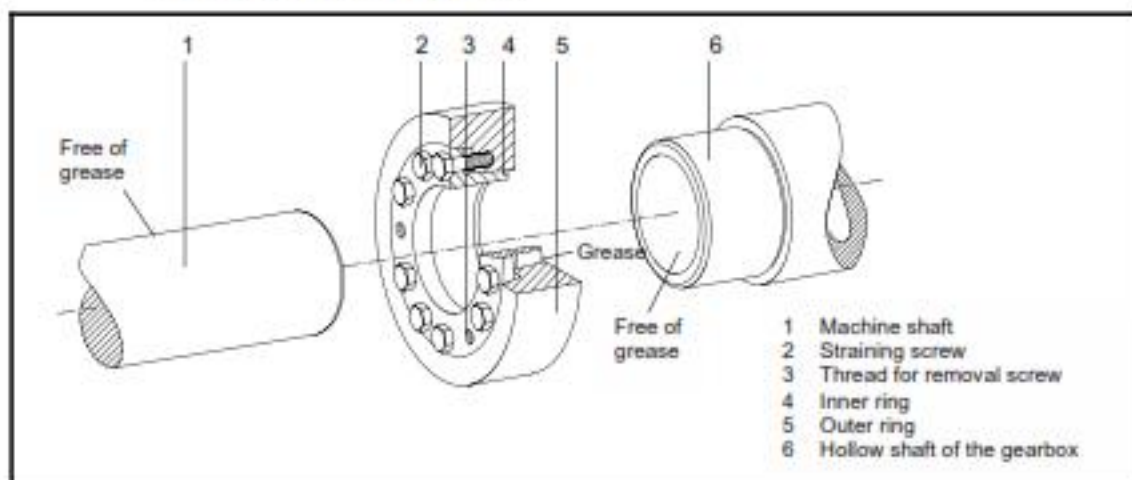
Remove the holding screw (Pos. 4), disc (Pos. 2) and circlip (Pos. 3) – (refer to picture 2-2), place pressure shim (Pos. 6) and Disassembling nut (Pos. 2) into the hollow shaft, fix the circlip and wind off the gearbox from the shaft using the Disassembling screw (Pos. 4).



Picture 2-3 Principle sketch removal mechanism

### 2.3.4 Fitting of the helical worm gearbox with hollow shaft and shrink disc

For fitting of the gearbox onto the machine shaft, the same procedure is valid as for the hollow shaft with fitting-key.



Picture 2-4 Fitting and disassembling of the shrink disc mechanism

#### General

Normally the shrink disc is placed on the hollow shaft of the gearbox. For the transport it is only slightly braced.

#### Fitting

1. Prior to the Fitting of the gearbox on the machine shaft the gearbox hollow shaft has to be degreased inside and outside using a solvent.
2. The transport wiring of the shrink disc is detached through few turns anticlockwise at all clamp bolts, and the gearbox has to be edged and positioned with the shrink disc on the machine shaft. The inside ring of that shrink disc has to be edged until the limit stop of the hollow shaft is reached.
3. Tightening all instep screw.

Several circulation at the hole circle of the instep screw arrangement are necessary until the front lateral surface area and the outside and seating rim are aligned. The correct wiring conditions of the shrink disc HSD can be easily checked at any time, because at the end of the assembly process the forehead plain of the outer ring must lie in-plane with the seating rim.

#### Disassembling

1. Loosen the clamp bolts through anticlockwise turns at all screws. If necessary, loosen the outer ring of the inside circle with the help of imprinting screws about the tapped holes that are intended therefore. You can use the clamp bolts as imprinting screws.
2. Rust crust, which has been arising on the machine shaft in the section nearby to the hollow shaft, has to be removed.
3. The Disassembling of the gearbox from the machine shaft will be done in the same procedure as for the gearbox with hollow shaft.

## Cleaning and lubrication

Dismantled shrink discs do not need to be taken apart and greased newly before tensing again.

Only if the shrink disc is dirty, it must be cleaned and greased newly.

For the cone areas, one of the following lubricants must be used:

Chart 2-6 Lubricants with high content of MoS<sub>2</sub>

Description	Offered product type
Molikote 321 R (sliding varnish)	spray
Molikote Spray (powder-spray)	spray
Molikote G Rapid	spray oder paste

## 2.3.5 Connection of torque support

The torque support is carried out as an arm with an eye. It is screwed to the gearbox in three possible positions in the 90°-axis cross around the spur. It can be mounted on both sides - at the right as well as at the left side of the gearbox.

### Mounting of the torque support

During the use of the torque support, additional power arises on the shaft. At drives that were loaded dynamically, e.g. traction drives, the primary shafts are to be checked, which are inserted into hollow shafts.

The order N°s in chart 2-7 include the whole mounting set.

Procedure:

- ◆ Screwing on the torque support at the centering of the transmission drive of the gearbox with the anticipated tightening torque following chart 2-7.
- ◆ Hoist the gearbox on the machine shaft and the torque support mounting.
- ◆ Set up the torque support mounting observing the data from chart 2-7.
- ◆ Avoid the bracing of the gearbox.
- ◆ In the direction of the power, the torque support mounting has to be free from backlash.

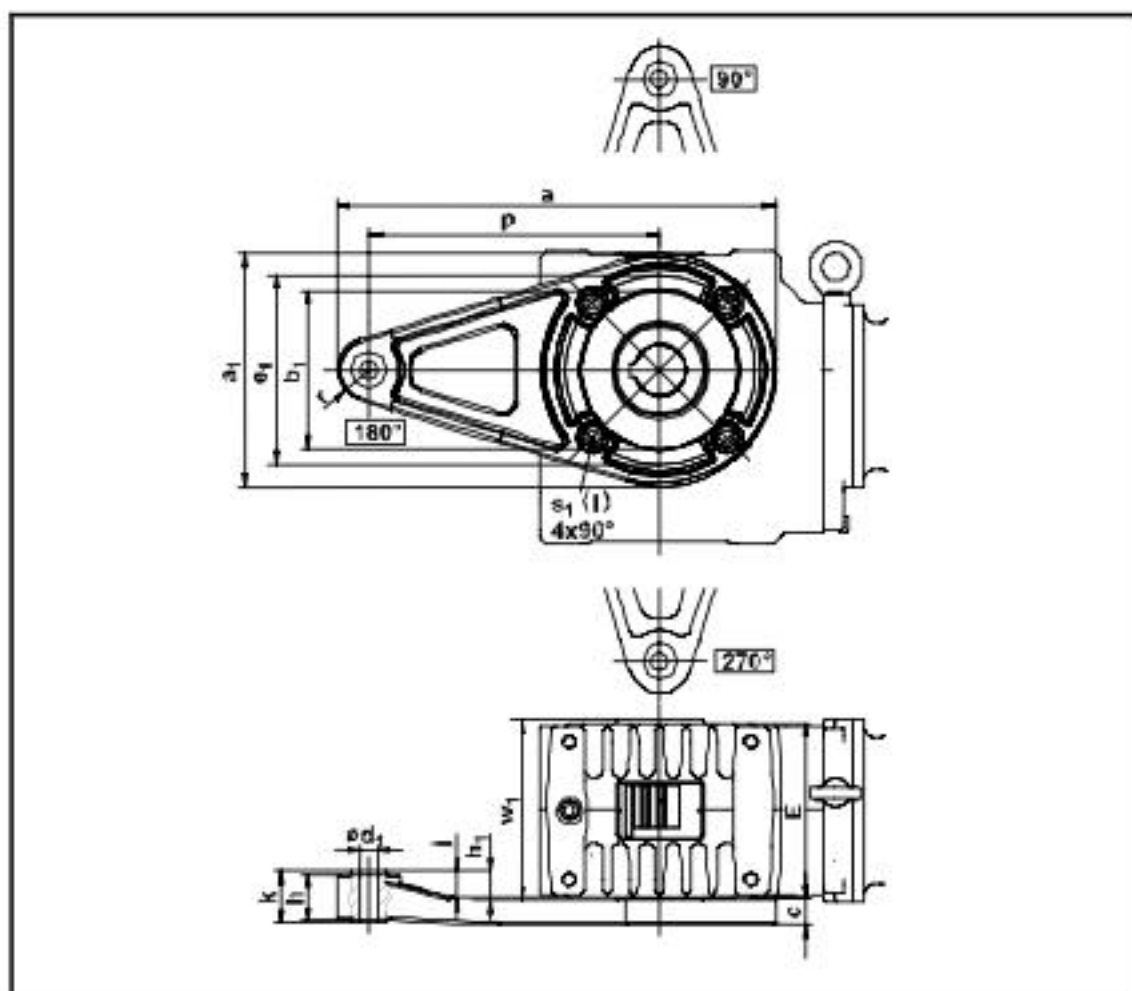


Chart 2-7 Technical data for torque support

Size of gearbox	1) [Nm]	Technical data for torque support [mm]																Order N° 2)
		a	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c	d <sub>1</sub>	E	e <sub>1</sub>	h	h <sub>1</sub>	j	k	l	p	r	s <sub>1</sub>	w <sub>1</sub>	
S3	24	209	114	75	15	12	96	90	32	19	17	37	M8x20	130	22	8,5	100	1XP8073
S4	24	209	114	75	15	12	96	90	32	19	17	37	M8x20	130	22	8,5	100	1XP8073
S5	47	250	136	92	17	12	105	110	32	19,5	17,5	37	M10x25	160	22	10,5	109	1XP8075
S6	47	302	160	108	19	12	120	130	32	19	17	37	M10x25	200	22	10,5	124	1XP8076
S7	77	310	176	122	21	12	120	145	32	21	19	37	M12x25	200	22	12,5	124	1XP8077
S8	77	385	200	132	23	12	140	160	56	31,5	29,5	60	M12x30	250	35	12,5	144	1XP8078
S9	77	393	216	152	23	20	150	190	56	31,5	29,5	60	M12x30	250	35	12,5	154	1XP8070

1) Tightening torque

2) One set includes the torque support with 4 screws and an elastic plug socket



Picture 2-5 Torque support

## 2.4 Commissioning

### 2.4.1 Pre-Conditions

**When operating geared motors, the operating instructions of the motor have to be regarded additionally!**

Before the commissioning can be started, it has to be ensured and checked at the geared motor, that

- ◆ the warm air can dissipate (free ventilation slots).
- ◆ no hazard is coming up from the drives e.g. through rotating parts or voltage contact.
- ◆ the gearbox and drives are fastened in the correct way.
- ◆ no other possible hazard may occur.

### 2.4.2 Tests during commissioning

Make sure that

- ◆ the geared motor is running correctly e.g. no oscillation of revolution or development of noises are to be noticed.
- ◆ no leakage of oil is visible.
- ◆ no strong vibrations are appearing.

## 3 Maintenance and service

### 3.1 Checks before starting to work and during work

**In case that damages appear, the geared motor must not to be started or has to be stopped!** Only if the problems are cleared, the geared motor may be taken under service again.

#### Check of the geared motor

Type of check:

◆ External damage	→	Inform the responsible person
◆ Leakage of oil	→	Inform the responsible person
◆ Unusual noises whilst running	→	Inform the responsible person
◆ Dirt accumulation	→	Remove dirt

Step:

### 3.2 Gearbox / Lubrication

The gearbox is delivered filled with lubricants. The oil quantity is depending on the construction form and the installing location of the gearbox. The oil quantity is noted on the rating disc of the gearbox. If no additional statements are made, the standard lubrication is used.

#### Quality of the oil

Lubricants, which can be used:

- ◆ Standard oils:
  - Mobil Glygoyle HE460
  - Lubcon Turmogearoil PE460
  - Castrol Alphasyn PG460
- ◆ Oil compatible to food: Klübersynth UH1 6-460

**Do not mix different lubrications.**

#### Intervals for changing the oil

A lubricant change should be accomplished at normal use after 20.000 operating hours or after 4 – 5 years. At extreme operating conditions and high air humidity it should be done after 10.000 hours.

### Check of the oil condition

The oil should only be checked, if the gearbox is still Operating-warm immediately after switching off the power in order to reach an optimal distribution of the oil.

- ◆ Take an oil ample at the oil drain plug (screw 908 after DIN).
- ◆ Check the oil (Colour, viscosity, metal abrasion).
- ◆ The oil has to be changed, if it is not clean.
- ◆ The taken oil has to be disposed due to the environmental rules.

**Attention: Danger of burning through hot gearbox oil!**

### Steps of changing the oil

An oil change shall only be carried out in case of the gearbox still being operation-warm to guarantee a total depletion (better flowing property of the warm oil).

- ◆ Place a vessel under the oil outlet screw.
- ◆ Remove the oil outlet screw and one of the oil inlet screws.
- ◆ Drain the oil from the gearbox totally.  
If the oil is very dirty, the gearbox shall be flushed (see flushing)!
- ◆ Screw in the oil outlet screw with a tightening torque acc. to Chart 3-1.
- ◆ Fill in new oil through one of the oil inlets (the quantity of oil is shown on the name disc).
- ◆ Screw in the oil inlet bolt or the breathing valve acc. to Chart 3-1.

Chart 3-1 Tightening torque – Oil inlet screw, oil outlet screw, breathing valve

Screw	Mounting torque[Nm]
G $\frac{1}{4}$ " K	12

**Attention: Danger of burning through hot gearbox oil!**

### Flushing

If a strong pollution of the oil is noticed during the oil change, it is recommended to flush the gearbox prior to the refilling of the new oil.

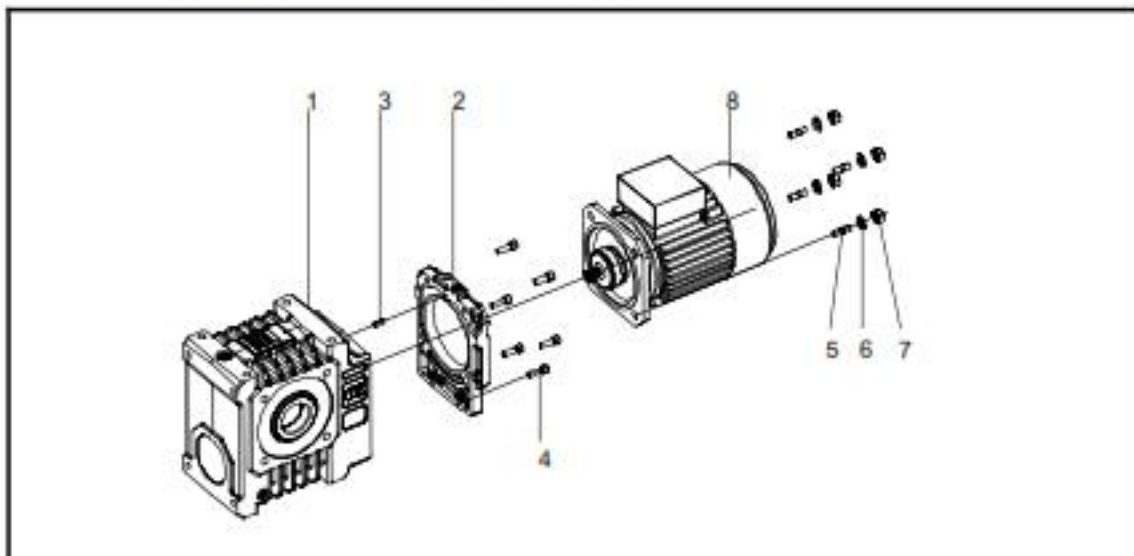
The flushing oil should have a viscosity of 46-68 mm<sup>2</sup>/s at 40 °C. For flushing use double amount of the oil quantity shown on the rating disc. After some minutes with idle run of the geared motor, the flushing oil can be drained. Several flushing terms with changing the rotation of the idle running gearbox ensures that rests of the old lubricant will be as well drained.

**The old oil has to be disposed due to the environmental rules!**



### 3.3 Assembling and Disassembling of the direct drive input

#### 3.3.1 Gearbox size S3 – S9 (2-stage)



Picture 3-1 Gearbox size S3 – S9

##### Disassembling

1. Drain the oil (see chapter 3.2),
2. detach the fixing screws (7) at the motor flange and take them off including the shims (6), let the threaded bolt (5) to be stuck in the connection flange,
3. deduct the motor (8),
4. detach the fixing screws (4) at the connection flange,
5. take off the connection flange (2) and clean the contact faces (e.g. with Terostat 9140 from Teroson or 5910 from Loctite), leave the locating pin in the part where it sticks in (3).

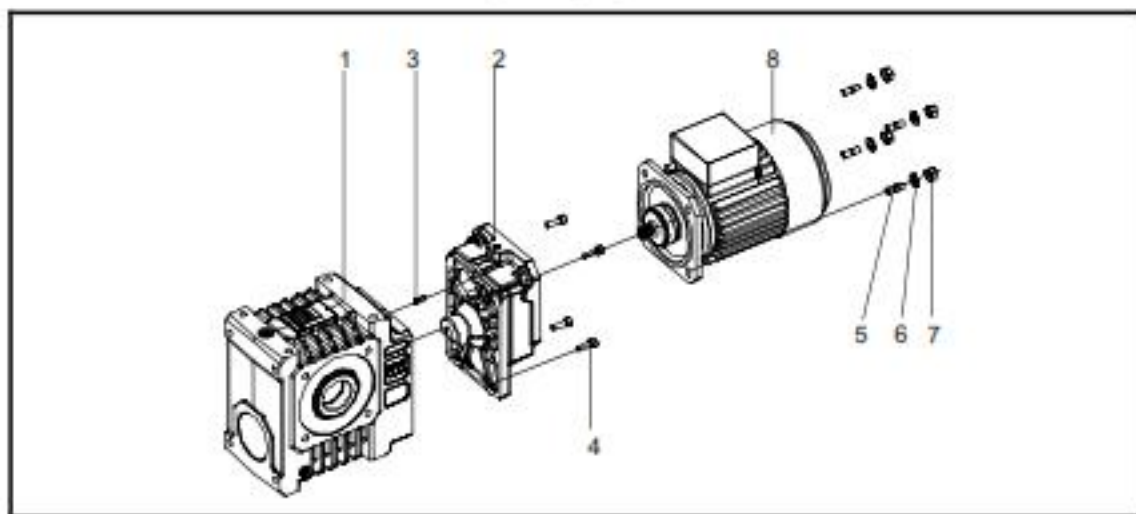
##### Assembling

6. Sealing agent has to be surfaced on the relevant contact faces of the gearbox and the connection flange,
7. place the connection flange (2) on the gearbox contact face and tighten the fitting screws (4),
8. sealing agent has to be surfaced on the relevant contact faces of the motor and the already fixed connection flange,
9. hoist the motor (8) onto the connection flange (2). Tighten the fitting screws (7) including the shims (6) at the motor flange.

*Tightening torques see chart 3-2*

10. Fill in oil (see Chart 2-1 and chapter 3.2),
11. start the geared motor and check whether any leakage is visible.

### 3.3.2 Gearbox size S6 – S9 (3-stage)



Picture 3-2 Gearbox size S6 – S9

#### Disassembling

1. Drain the oil (see chapter 3.2),
2. detach the fixing screws (7) at the motor flange and take them off including the shims (6), let the threaded bolt (5) to be stuck in the connection flange,
3. deduct the motor (8),
4. detach the fixing screws (4) at the intermediate stage,
5. hit the locating pin (3) with a spike so that it falls into the gearbox,
6. take off the intermediate stage (2) and clean the contact faces (e.g. with Terostat 9140 from Teroson or 5910 from Loctite).
7. Fetch the locating pin from the gearbox.

#### Assembling

8. Sealing agent has to be surfaced on the relevant contact faces of the gearbox and the intermediate stage,
9. lay the connection flange (2) onto the contact face of the gearbox, insert the locating pin (3) and tighten the fixing screws (4) at the intermediate stage,
10. sealing agent has to be surfaced on the relevant contact faces of the motor and the intermediate stage,
11. hoist the motor (8) onto the intermediate stage (2). Tighten the fixing screws (7) including the shims (6) at the motor flange.

*Tightening torques see chart 3-2*

12. Fill in the oil (see chart 2-1 and chapter 3.2),
13. start the geared motor and check whether any leakage is visible.



Chart 3-2 Tightening torque with direct drive input

Gearbox size	Connection motor - gearbox	
	Motor size	Tightening torque of the screws [Nm]
S3	63 - 71	14
S4	63 - 80	14
S5	63 - 90	14
S6	S62 63 - 90 / 100	14 / 29
	S63 63 - 71	14
S7	S72 63 - 90 / 100	14 / 29
	S73 63 - 71	14
S8	S82 63 - 90 / 100 - 112	14 / 29
	S83 63 - 80	14
S9	S92 63 - 90 / 100 - 112 / 132	14 / 29 / 46
	S93 63 - 80	14

## 4 Technical data

### Gearbox

Chart 4-1 Technical conditions for normal design

Conditions	
Transport temperature	-20 ... +40 °C
Storage temperature	0 ... +40 °C
Storage conditions	Dry rooms
Ambient temperature during Operating	-10 ... +50 °C *
Environment	Low dust burden, free of acid
Cooling agent	Fresh air
Cooling agent temperature	max. +40 °C
At site altitudes	max. 1000 m above sea level
Air flow	Freely overflowing
Construction	Low of oscillation
Operating conditions	Assure the cooling
Max. input speed	3600 r/min (with arising noise development)
Lubricant	See rating disc

\* consider the thermal limit of gearbox power output (see catalogue)

## **II. PLAN PREGLEDA OPREME U VRSTI**

**ZAŠTITE „d“, „e“ i „n“ za opremu postrojenja**

**Biotron d.o.o. – pogon Ozalj**

<b>Biotron d.o.o. – pogon Ozalj</b>	<b>Ex-PRIRU NIK</b>	Oznaka obrasca: <b>PP-d-e-n</b>
		Stranica 1/2

PREGLEDI I PROVJERE  D = detaljni pregled K = kontrolni pregled V = vizuelni pregled										
		Ex "d"			Ex "e"			Ex "n"		
		Stupanj pregleda								
		D	K	V	D	K	V	D	K	V
A. URE AJ										
1.	Ure aj odgovara klasifikaciji prostora	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	Skupina ure aja je ispravna	+	+		+	+		+	+	
3.	Temperaturni razred ure aja je ispravan	+	+		+	+		+	+	
4.	Oznaka strujnog kruga ure aja je ispravna	+			+			+		
5.	Oznaka strujnog kruga ure aja je dostupna	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6.	Ku ište, stakleni dijelovi i brtve izme u stakla i metala i/ili zalijevane mase su zadovoljavaju i	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7.	Nema neovlaštenih preinaka	+			+			+		
8.	Nema vidljivih neovlaštenih preinaka		+	+		+	+		+	+
9.	Vijci, kableske uvodnice (izravne i neizravne) te elementi za zatvaranje su ispravnog tipa, kompletni su i vrsto zategnuti									
	-fizi ka provjera	+	+		+	+		+	+	
	-vizualna provjera			+			+			+
10.	Površine prirubnice su iste i neošte ene, a eventualne brtve su zadovoljavaju e	+								
11.	Dimenzije ravnih raspora su unutar dozvoljenih maksimuma	+	+							
12.	Snaga, tip i položaj svjetiljki su ispravni	+			+			+		
13.	Elektri ni priklju ci su vrsti				+			+		
14.	Stanje brtvi ku išta je zadovoljavaju e				+			+		
15.	Zatvoreni-prekidni i hermeti ki zabrtvljeni ure aji su neošte eni							+		
16.	Ku ište s ograni enim disanjem je zadovoljavaju e							+		
17.	Ventilatori motora imaju dovoljni raspor prema ku ištu i/ili poklopcima	+			+			+		
18.	Dišne i drenažne naprave su zadovoljavaju e	+	+		+	+		+	+	

<b>Biotron d.o.o. – pogon Ozalj</b>	<b>Ex-PRIRU NIK</b>	Oznaka obrasca:
		<b>PP-d-e-n</b>
		Stranica 2/2

<b>PREGLEDI I PROVJERE</b>  D = detaljni pregled K = kontrolni pregled V = vizuelni pregled										
		Ex "d"			Ex "e"			Ex "n"		
		Stupanj pregleda								
		D	K	V	D	K	V	D	K	V
<b>B. INSTALACIJA</b>										
1.	Tip kabela je odgovaraju i	+			+			+		
2.	Nema o iglednog ošte enja kabela	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3.	Brtvljenje ku išta, kanala, cijevi i/ili vodova je zadovoljavaju e	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4.	Prigušne kutije i kabeleske kutije su ispravno ispunjene	+								
5.	Cjelovitost sustava cijevi i me usklopa s miješanim sustavom je održana	+			+			+		
6.	Priklju ci uzemljenja, kao i bilo koji dopunski vezni priklju ci za uzemljenje su zadovoljavaju i (npr. priklju ci su vrsto zategnuti a vodi i su dovoljnog presjeka)									
	- fizi ka provjera	+			+			+		
	- vizualna provjera		+	+		+	+		+	+
7.	Impedancija petlje kvara (TN sustavi) ili otpor uzemljenja (IT sustavi) su zadovoljavaju i	+			+			+		
8.	Otpor izolacije je zadovoljavaju i	+			+			+		
9.	Automatski elektri ni zaštitni ure aji djeluju unutar dozvoljenih granica	+			+			+		
10.	Automatski elektri ni zaštitni ure aji su ispravno podešeni (automatsko vra anje u po etni položaj nije mogu e)	+			+			+		
11.	Zadovoljeni su specijalni uvjeti upotrebe (ako postoje)	+			+			+		
12.	Kabeli izvan upotrebe su ispravno završeni	+			+			+		
13.	Prepreke u neposrednoj blizini oklopljenih prirubnih ravnih raspora su u skladu sa HRN EN 60079-14	+	+	+						
14.	Instalacija za varijabilnu frekventno/naponsku regulaciju je zadovoljavaju a	+	+		+	+		+	+	
<b>C. OKOLIŠ</b>										
1.	Ure aji su zadovoljavaju e zaštiti eni od korozije, vremenskih nepogoda, vibracija i drugih nepovoljnih imbenika	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	Nema pretjeranog skupljanja prašine i prljavštine	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3.	Elektri na izolacija je ista i suha				+			+		
Napomena: Pregled ure aji koji je izveden u obje vrste zaštite "e" i "d", treba biti obavljen u skladu sa zahtjevima za obje vrste zaštite. Pri provjeri instrumentom treba uzeti u obzir mogu nost postojanja eksplozivne atmosfere u blizini mjernog instrumenta										

**III. OBRASCI ZA IZVJEŠTAJ O PROVEDENOM  
PREGLEDU OPREME U VRSTI ZAŠTITE  
„d“, „e“ i „n“ za opremu postrojenja Biotron  
d.o.o. – pogon Ozalj**



<b>Biotron d.o.o. – pogon Ozalj</b>		<b>Ex-PRIRU NIK</b>		Oznaka obrasca: <b>ZVP-d-e-n</b>
				Stranica 1/2
<b>ZAPISNIK O VIZUALNOM PREGLEDU PEX-ELEKTRI NIH URE AJA I INSTALACIJA</b>				
Zapisnik je izra en sukladno HRN EN 60079-17				
Objekt:		Postrojenje:		
Provjeriti ispravnost: (ocijeniti sa "+" – ZADOVOLJAVA, "-" – NE ZADOVOLJAVA u odgovaraju em polju)		<b>Ex "d"</b>	<b>Ex "e"</b>	<b>Ex "n"</b>
<b>A. URE AJ</b>				
1.	Ure aj odgovara klasifikaciji prostora	*	*	*
2.	Oznaka strujnog kruga ure aja je dostupna	*	*	*
3.	Ku ište, stakleni dijelovi i brtve izme u stakla i metala i/ili zalijevane mase su zadovoljavaju i	*	*	*
4.	Nema neovlaštenih preinaka	*	*	*
5.	Vijci, kabelske uvodnice (izravne i neizravne) te elementi za zatvaranje su ispravnog tipa, kompletni su i vrsto zategnuti	*	*	*
<b>B. INSTALACIJE</b>				
1.	Nema o iglednog ošte enja kabela	*	*	*
2.	Brtvljenje ku išta, kanala, cijevi i/ili vodova je zadovoljavaju e	*	*	*
3.	Priklju ci uzemljenja, kao i bilo koji dopunski vezni priklju ci za uzemljenje su zadovoljavaju i (npr. priklju ci su vrsto zategnuti a vodi i su dovoljnog presjeka)	*	*	*
4.	Prepreke u neposrednoj blizini oklopljenih prirubnih ravnih raspora su u skladu sa HRN EN 60079-14	*		
<b>C. OKOLIŠ</b>				
1.	Ure aji su zadovoljavaju e zaštiti eni od korozije, vremenskih nepogoda, vibracija i drugih nepovoljnih imbenika	*	*	*
2.	Nema pretjeranog skupljanja prašine i prljavštine	*	*	*
<b>ZAKLJU AK PREGLEDA</b>				
Red. br.	Rezultat vizualnog pregleda (ozna iti sa "x" u zadnjem stupcu)			
1.	Tijekom vizualnog pregleda objekta/postrojenja nisu uo eni nedostaci			
2.	Tijekom vizualnog pregleda objekta/postrojenja uo eni su nedostaci navedeni u privitku zapisnika			
Datum provedenog pregleda:		Pregled proveo:	Odgovorna osoba za održavanje PEX ure aja i instalacije:	
		Ime i prezime / potpis:	Ime i prezime / potpis:	
SVI NAVEDENI NEDOSTACI SU OTKLONJENI I ZABILJEŽENI U DNEVNIKU RADA				
Datum otklanjanja svih uo enih nedostataka pregleda:		Odgovorna osoba za održavanje PEX - ure aja i instalacije:		
		Ime i prezime / potpis:		

<b>Biotron d.o.o. – pogon Ozalj</b>	<b>Ex-PRIRU NIK</b>	Oznaka obrasca: <b>ZVP-d-e-n</b>
		Stranica 2/2
<b>ZAPISNIK O VIZUALNOM PREGLEDU PEX – ELEKTRI NIH URE AJA I INSTALACIJA - privitak -</b>		
NAPOMENE I PRIMJEDBE:		

<b>Biotron d.o.o. – pogon Ozalj</b>	<b>Ex-PRIRU NIK</b>	Oznaka obrasca: <b>ZKP-d-e-n</b> Stranica 1/2
-------------------------------------	---------------------	-----------------------------------------------------

<b>ZAPISNIK O KONTROLNOM PREGLEDU</b> <b>PEX-URE AJA I PEX ELEKTRI NIH INSTALACIJA</b>				
Zapisnik je izrađen sukladno HRN EN 60079-17				
Objekt:		Postrojenje:		
Provjeriti ispravnost:		<b>Ex "d"</b>	<b>Ex "e"</b>	<b>Ex "n"</b>
<b>A . URE AJ</b>				
1.	Ure aj odgovara klasifikaciji prostora	*	*	*
2.	Skupina ure aja je ispravna	*	*	*
3.	Temperaturni razred ure aja je ispravan	*	*	*
4.	Oznaka strujnog kruga ure aja je dostupna	*	*	*
5.	Ku ište, stakleni dijelovi i brtve izme u stakla i metala i/ili zalijevane mase su zadovoljavaju i	*	*	*
6.	Nema vidljivih neovlaštenih preinaka	*	*	*
7.	Vijci, kabelske uvodnice (izravne i neizravne) te elementi za zatvaranje su ispravnog tipa, kompletni su i vrsto zategnuti	*	*	*
8.	Dimenzije ravnih raspora su unutar dozvoljenih maksimuma	*		
<b>B . INSTALACIJA</b>				
1.	Nema o iglednog ošte enja kabela	*	*	*
2.	Brtvljenje ku išta, kanala, cijevi i/ili vodova je zadovoljavaju e	*	*	*
3.	Priklju ci uzemljenja, kao i bilo koji dopunski vezni priklju ci za uzemljenje su zadovoljavaju i (npr. priklju ci su vrsto zategnuti a vodi i su dovoljnog presjeka) – vizualna provjera	*	*	*
4.	Prepreke u neposrednoj blizini oklopljenih prirubnih ravnih raspora su u skladu sa HRN EN 60079-14	*		
<b>C. OKOLIŠ</b>				
1.	Ure aji su zadovoljavaju e zašt i eni od korozije, vremenskih nepogoda, vibracija i drugih nepovoljnih imbenika	*	*	*
2.	Nema pretjeranog skupljanja prašine i prljavštine	*	*	*
<b>ZAKLJU AK PREGLEDA</b>				
Red. br.	Rezultat kontrolnog pregleda (ozna iti se znakom "x" u zadnjem stupcu)			
1.	Tijekom kontrolnog pregleda objekta/postrojenja nisu uo eni nedostaci			
2.	Tijekom kontrolnog pregleda objekta/postrojenja uo eni su nedostaci navedeni na str. 2/2			
Datum provedenog pregleda:		Pregled proveo:		Odgovorna osoba za održavanje PEX ure aja i instalacije:
		Ime i prezime / potpis:		Ime i prezime / potpis:
<b>SVI NAVEDENI NEDOSTACI SU OTKLONJENI I ZABILJEŽENI U DNEVNIKU RADA</b>				
Datum otklanjanja svih uo enih nedostataka pregleda:		Odgovorna osoba za održavanje PEX elektroenergetskih / instrumentacijskih ure aja i instalacija		
		Ime i prezime (potpis):		

<b>Biotron d.o.o. – pogon Ozalj</b>	<b>Ex-PRIRU NIK</b>	Oznaka obrasca: <b>ZKP-d-e-n</b>
		stranica: 2/2
<b>ZAPISNIK O KONTROLNOM PREGLEDU PEX ELEKTRI NIH INSTALACIJA</b>		
DODATNE NAPOMENE I PRIMJEDBE:		

<b>Biotron d.o.o. – pogon Ozalj</b>	<b>Ex-PRIRU NIK</b>	Oznaka obrasca: <b>ZDP-d-e-n</b> Stranica 1/4
-------------------------------------	---------------------	-----------------------------------------------------

ZAPISNIK O DETALJNOM PREGLEDU PEX-URE AJA I PEX ELEKTRI NE INSTALACIJE				
Zapisnik je izrađen sukladno HRN EN 60079-17				
Objekt:		Postrojenje:		
Pregledi i provjere				
		Ex "d"	Ex "e"	Ex "n"
<b>URE AJ</b>				
1.	Ure aj odgovara klasifikaciji prostora	*	*	*
2.	Skupina ure aja je ispravna	*	*	*
3.	Temperaturni razred ure aja je ispravan	*	*	*
4.	Oznaka strujnog kruga ure aja je ispravna	*	*	*
5.	Oznaka strujnog kruga ure aja je dostupna	*	*	*
6.	Ku ište, stakleni dijelovi i brtve izme u stakla i metala i/ili zalijeivane mase su zadovoljavaju i	*	*	*
7.	Nema neovlaštenih preinaka	*	*	*
8.	Vijci, kabelske uvodnice (izravne i neizravne) te elementi za zatvaranje su ispravnog tipa, kompletni su i vrsto zategnuti – fizi ka provjera	*	*	*
9.	Površine prirubnice su iste i neošte ene, a eventualne brtve su zadovoljavaju e	*		
10.	Dimenzije ravnih raspورا su unutar dozvoljenih maksimuma	*		
11.	Snaga, tip i položaj svjetiljki su ispravni	*	*	*
12.	Elektri ni priklju ci su vrsti		*	*
13.	Stanje brtvi ku išta je zadovoljavaju e		*	*
14.	Zatvoreni-prekidni i hermeti ki zabrtvljeni ure aji su neošte eni			*
15.	Ku ište s ograni enim disanjem je zadovoljavaju e			*
16.	Ventilatori motora imaju dovoljni raspor prema ku ištu i/ili poklopcima	*	*	*
17.	Dišne i drenažne naprave su zadovoljavaju e	*	*	*

<b>Biotron d.o.o. – pogon Ozalj</b>	<b>Ex-PRIRU NIK</b>	Oznaka obrasca:
		<b>ZDP-d-e-n</b>
		Stranica 2/4

Pregledi i provjere				
		Ex "d"	Ex "e"	Ex "n"
<b>INSTALACIJA</b>				
1.	Tip kabela je odgovaraju i	*	*	*
2.	Nema o iglednog ošte enja kabela	*	*	*
3.	Brtvljenje ku išta, kanala, cijevi i/ili vodova je zadovoljavaju e	*	*	*
4.	Prigušne kutije i kabelske kutije su ispravno ispunjene	*		
5.	Cjelovitost sustava cijevi i me usklopa s miješanim sustavom je održana	*	*	*
6.	Priklju ci uzemljenja, kao i bilo koji dopunski vezni priklju ci za uzemljenje su zadovoljavaju i (npr. priklju ci su vrsto zategnuti a vodi i su dovoljnog presjeka) – fizi ka provjera	*	*	*
7.	Impedancija petlje (TN sustavi) ili otpor uzemljenja (IT sustavi) su zadovoljavaju i	*	*	*
8.	Otpor izolacije je zadovoljavaju i	*	*	*
9.	Automatski elektri ni zaštitni ure aji djeluju unutar dozvoljenih granica	*	*	*
10.	Automatski elektri ni zaštitni ure aji su ispravno podešeni (automatsko vra anje u po etni položaj nije mogu e)	*	*	*
11.	Zadovoljeni su specijalni uvjeti upotrebe (ako postoje)	*	*	*
12.	Kabeli izvan upotrebe su ispravno završeni	*	*	*
13.	Prepreke u neposrednoj blizini oklopljenih prirubnih ravnih raspora su u skladu sa HRN EN 60079-14	*		
14.	Instalacija za varijabilnu frekventno/naponsku regulaciju je zadovoljavaju a	*	*	*
<b>OKOLIŠ</b>				
1.	Ure aji su zadovoljavaju e zašt ieni od korozije, vremenskih nepogoda, vibracija i drugih nepovoljnih imbenika	*	*	*
2.	Nema pretjeranog skupljanja prašine i prljavštine	*	*	*
3.	Elektri na izolacija je ista i suha		*	*
<p>Napomena:</p> <p>Pregled ure aja koji je izveden u obje vrste zaštite "e" i "d", treba biti obavljeno u skladu sa zahtjevima za obje vrste zaštite.</p> <p>Pri provjeri instrumentom treba uzeti u obzir mogu nost postojanja eksplozivne atmosfere u blizini mjernog instrumenta</p>				
<p>O provjeri impedancije, petlje kvara, otpora uzemljenja i otpora izolacije prilaže se Izjava br. _____ i Izveš a br. _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>				



<b>Biotron d.o.o. – pogon Ozalj</b>	<b>Ex-PRIRU NIK</b>	Oznaka obrasca:
		<b>ZDP-d-e-n</b> Stranica 3/4

<b>ZAKLJUČAK PREGLEDA</b>		
Red. br.     Rezultat detaljnog pregleda (označava se znakom + u zadnjem stupcu)		
1.	Tijekom detaljnog pregleda objekta/postrojenja nisu uočeni nedostaci	
2.	Tijekom detaljnog pregleda objekta/postrojenja uočeni su nedostaci navedeni na str. 4/4	
Datum provedenog pregleda:	Pregled proveo:	Odgovorna osoba za održavanje PEX uređaja i instalacije:
	Ime i prezime / potpis:	Ime i prezime / potpis:
SVI NAVEDENI NEDOSTACI SU OTKLONJENI I ZABILJEŽENI U DNEVNIKU RADA		
Provjera kvalitete impedancije petlje kvara i uzemljenja – List mjerenja br.:	Odgovorna osoba za održavanje PEX elektroenergetskih / instrumentacijskih uređaja i instalacija	
	Ime i prezime (potpis):	
Datum otklanjanja svih uočenih nedostataka pregleda:	Odgovorna osoba za održavanje PEX elektroenergetskih / instrumentacijskih uređaja i instalacija	
	Ime i prezime (potpis):	
<i>Napomena: Izvješće o mjerenju je prilog Zapisnika o kontrolnom pregledu.</i>		

<b>Biotron d.o.o. – pogon Ozalj</b>	<b>Ex-PRIRU NIK</b>	Oznaka obrasca: <b>ZDP-d-e-n</b>
		stranica: 4/4
<b>ZAPISNIK O DETALJNOM PREGLEDU PEX ELEKTRI NIH INSTALACIJA</b>		
NAPOMENE I PRIMJEDBE:		